

VISIT...

LANZAROTE
Caliente.COM

**НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ
БИБЛИОТЕКА**



В.В. ФЕДЫНСКИЙ и И.С. АСТАПОВИЧ

Малые тела вселенной



ОГИЗ - ГОСТЕХИЗДАТ - 1948

НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ БИБЛИОТЕКА

В. В. ФЕДЫНСКИЙ и И. С. АСТАПОВИЧ

МАЛЫЕ ТЕЛА ВСЕЛЕННОЙ

О Г И З

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ТЕХНИКО-ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

МОСКВА 1948 ЛЕНИНГРАД

16 - 2 - 1

Издание стереотипное

Редактор *В. А. Мезенцев.*

Техн. редактор *А. И. Сипелёва.*

Корректор *Е. А. Дорошевская.*

Подписано к печати 10/II 1948 г. 3 п. л. 2,63 уч.-изд. л. 35024 тип. зн. в печ. л. А 01695.
Цена книги 80 к.

Отпечатано в типографии Т-3 с матриц 3-й типографии «Красный пролетарий» треста
«Полиграфкнига» ОГИЗ'а при Совете Министров СССР. Москва, Краснопролетарская, 16.



ВВЕДЕНИЕ

Тысячи звёзд образуют на ясном ночном небе узоры — созвездия, знакомые нам с детства. Такими же видели очертания созвездий и наши предки сотни и тысячи лет тому назад.

Но вот словно звёздочка сорвалась и покатилась с неба. Что это? Действительно упала звезда? Нет, все звёзды спокойно мерцают на своих местах. Почему же нарушен строгий и привычный покой небес?

Люди всех стран и времён создавали легенды и сказания о «звёздах, падающих с неба». Ещё сравнительно недавно у многих народов, в том числе у русских и украинцев, было поверье, что «когда человек умирает, ветер срывает его звезду и она падает с неба».

Падающие звёзды называют также «огненными ужами» и «головиками».

Иногда можно видеть другое небесное явление. Вдруг словно молния озаряет ночную тьму, небо светлеет, как от пожара, звёзды меркнут и чёрные тени бегут по земле. Раздаются громовые удары, гул и свист, на землю выпадают каменные или железные осколки. Это уже не «огненный уж», а целый «змей-горыныч», как говорится про такие явления в старинных русских летописях.

О том, что с неба падают камни, знали ещё в глубокой древности. 3000 лет назад в Греции возникла легенда о Фэтоне — сыне Солнца. Фэтон выпросил у отца разрешение прокатиться по небу на конях, на которых Солнце ежедневно объезжало небо. Кони испугались созвездия Скорпиона и понеслись. Фэтон растерялся, не смог удержать их и выпал из колесницы. С горящими волосами он

упал на Землю в Северной Греции. Мать Фазтона Алимена нашла на земле вместо тела сына камень. В этой поэтической легенде-сказке рассказывается о полёте и падении небесного камня.

Подобных сказаний и легенд было много во все века.

Временами люди наблюдают и ещё более необычное явление. На небе появляется большая яркая звезда с длинным косматым хвостом. Она быстро передвигается по небу, устрасая своим видом всех суеверных людей.

Что же представляют собой «падающие звёзды»? Откуда падают на Землю небесные камни? И что это за хвостатые звёзды, время от времени видимые на небе?

Об этом мы и рассказываем в нашей книжке.

1. БОЛЬШИЕ И МАЛЫЕ ТЕЛА ВСЕЛЕННОЙ

Как велика Вселенная? Попробуем осмотреться в окружающем нас мировом пространстве. Чтобы наглядно представить себе просторы Вселенной, предположим, что уже создан летающий аппарат, который может совершать межпланетные рейсы. Сядем в этот замечательный аппарат и отправимся в необыкновенное путешествие по Вселенной.

Едва мы успели осмотреться, как уже миновали границу между двумя основными слоями земной атмосферы — тропосферой и стратосферой.

Т р о п о с ф е р а — это ближайший к земной поверхности слой воздуха толщиной около 10—12 километров. За ней идёт **с т р а т о с ф е р а**.

По мере подъёма температура воздуха уменьшается. В стратосфере — до высоты в 35 километров — стоит холод в 50 — 60 градусов. Более 90 процентов всего воздуха осталось внизу.

Подняв голову вверх, мы видим иссиня-тёмнофиолетовое небо; Солнце кажется более белым, чем с земной поверхности; кое-где сверкают даже яркие звёзды, несмотря на солнечный свет. Это понятно. Ведь звёзды светят и днём, но с земли их не видно потому, что свет от воздуха, освещённого Солнцем, гораздо ярче, чем их слабое сияние. А здесь над нашей головой осталась едва одна десятая часть воздуха. Света от него идёт немного. Оттого и небо кажется таким тёмным; оттого можно видеть здесь днём яркие звёзды.

На высоте 90 километров воздух становится совсем особенным. Хотя состав его не меняется, но в нём из-за действия солнечных («ультрафиолетовых») лучей появляется много электрически заряженных частичек воздуха — ионов. Поэтому эта часть стратосферы называется и о н о с ф е р о й. На высоте 250 километров ионов ещё в пять раз больше.

Ночью на этих высотах можно увидеть замечательные явления. Например, вдруг начинает светиться воздух. Это — полярное сияние.

На высоте 130—70 километров блестящими тонкими нитями проносятся осколки небесных тел — метеоры; более крупные и яркие из них — болиды — на несколько мгновений освещают Землю. На уровне 80 километров плавают нежные «серебристые» или «ночные светящиеся» облака. Они состоят из мельчайшей пыли.

Но вот прошли недолгие минуты, и наш фантастический летательный аппарат уже на расстоянии двух миллионов километров от родной Земли; она теперь кажется величиной с орех. Рядом с ней — Луна величиной с горошину. Ближе к Солнцу, чем Земля и Луна, видны две другие планеты — Меркурий и Венера.

В полтора раза дальше Земли обращается вокруг Солнца планета Марс. По объёму она меньше Земли в семь раз. У этой планеты имеется разреженная атмосфера; видны тонкие налёты полярных снегов, следы растительности. Вокруг Марса обращаются два крошечных спутника.

Меркурий, Венера, Земля и Марс составляют одну группу планет. Вторую группу образуют: гигант-Юпитер, который в тысячу раз больше Земли, Сатурн — планета с кольцом, немного поменьше Юпитера и затем Уран, Нептун и Плутон.

За 12 лет обегает Юпитер Солнце. У него 11 спутников, из них некоторые больше Луны и Меркурия.

Сатурн отстоит в десять раз дальше от Солнца, чем Земля. Его кольцо состоит из маленьких частичек.

Уран и Нептун находятся ещё дальше от Солнца, а планета Плутон — самая «крайняя» от него. Она обходит вокруг Солнца один раз за двести пятьдесят лет.

Все эти планеты вместе образуют с о л н е ч н у ю с и с т е м у (рис. 1).

Значительно дальше от Солнца находятся з в ё з д ы. Звёзды — это огненные газовые сгустки. Они отстоят одна от другой так далеко, что напоминают пылинки, раскиданные в пустоте на огромных расстояниях друг от друга. Между звёздами находится пустота, почти полностью лишённая какого-либо вещества. И всё же миллионы звёзд образуют великую звёздную республику, в которой положе-

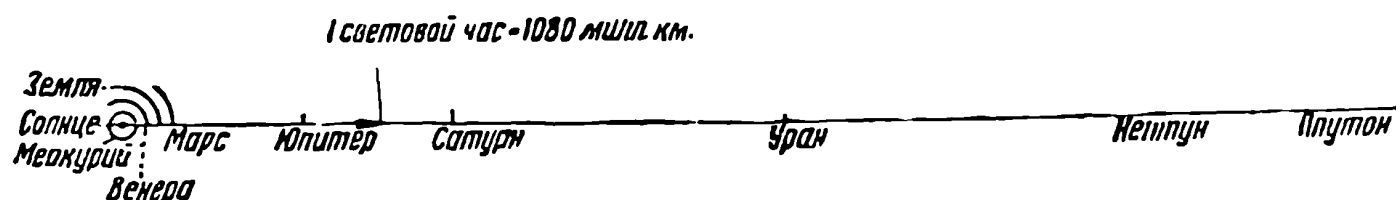


Рис. 1. Солнечная система. Состоит из 9 планет, находящихся на различных расстояниях от Солнца. В то время как Меркурий совершает одно полное обращение вокруг Солнца, другие планеты пробегают только часть своего пути вокруг Солнца, что обозначено на рисунке маленькими дугами. Стрелкой показано расстояние, которое свет проходит за 1 час.

ние и движение каждой звезды определяются положением и движением всех других звёзд.

Многие тысячи ближайших к Земле звёзд образуют особую звёздную систему, называемую м е с т н о й. Наше Солнце входит в эту систему как одна из рядовых звёзд. В недрах этой системы идут могучие процессы преобразования вещества и выделения энергии; в результате жизнь звёзд в раскалённом состоянии поддерживается многие миллиарды лет.

Чтобы оценить истинные размеры местной звёздной системы, километр оказывается слишком малой мерой — это всё равно, что измерять миллиметрами расстояние между городами. Поэтому в астрономии употребляется другая мера длины — с в е т о в о й г о д. Это — расстояние, которое проходит свет за один год. А скорость света, как известно, самая большая в природе — триста тысяч километров в секунду! От Луны, например, свет доходит к нам через секунду с четвертью. От Солнца свет идёт до Земли 8 минут, а до Плутона $5\frac{1}{2}$ часов.

От ближайшей звезды — Альфы Центавра — свет доходит до нас через $4\frac{1}{3}$ года, а от более далёких идёт десятки, сотни и тысячи лет.

Через местную звёздную систему свет проходит за 3000 лет!

На рисунке 2 показаны ближайшие к Солнцу звёзды. Кроме отдельных звёзд, в местной системе наблюдаются двойные звёзды, а также целые группы, состоящие из десятков и сотен звёзд.

В других местах заметны как бы клочья лёгкого тумана. Это скопления различных газов или пылинок; они носят название *туманностей*. Многие из них тянутся

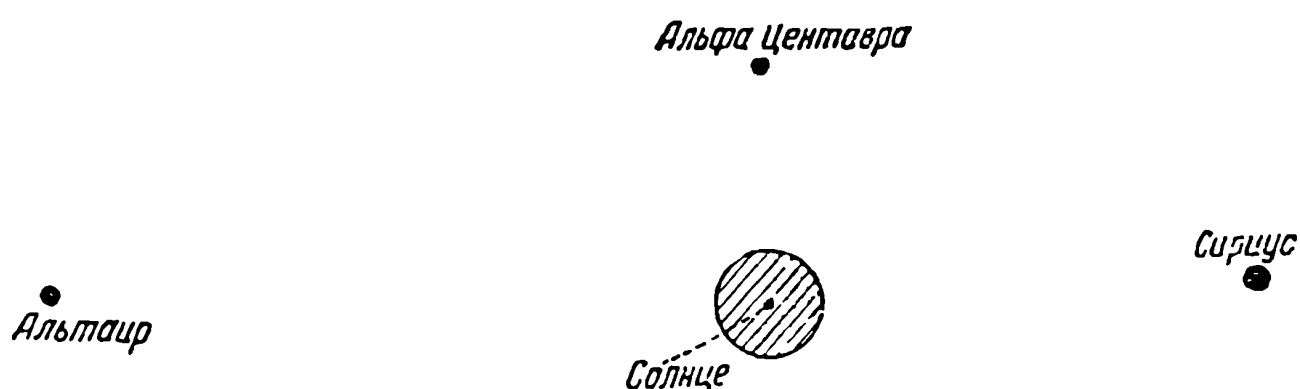


Рис. 2. Звёзды — соседи Солнца. Заштрихованный кружок имеет радиус, равный одному световому году (лучи Солнца, находящегося в центре кружка, доходят до границ этого кружка через год).

в пространстве на десятки световых лет, некоторые туманности окутывают звёзды и их группы.

Недалеко от солнечной системы начинается большая туманность. Она не светится, так как по близости нет ярких звёзд, необходимых для того, чтобы осветить её мельчайшие пылинки. Подобно облаку чёрного дыма, эта туманность закрывает свет звёзд, лежащих позади неё.

Чтобы увидеть общую картину звёздной Вселенной, пришлось бы бесконечно долгое время носиться по ней на нашем воображаемом летательном аппарате.

Местная звёздная система — это только одна из многих звёздных систем, и притом меньшая, чем другие. Она входит как составная часть в огромную систему звёзд — *Галактику*. Поперечник Галактики составляет 100 000 световых лет. Эту систему мы видим по ночам в виде туманной полосы, называемой *Млечным Путём*. Ещё дальше от нас находятся другие галактики, за ними — ещё и ещё. Самые далёкие звёздные системы, до которых были определены расстояния, отстоят от Земли на 500 миллионов световых лет.

Бесконечна окружающая нас Вселенная. Очень далёкие её глубины познал человек, вооружённый силой научного знания. Но не только огромные миры — планеты и звёзды —

находятся кругом нас. В безграничных просторах Вселенной широко распространено и раздроблённое, распылённое вещество, которое не так заметно, как гигантские огненные звёзды.

Блестящими искорками прорезают глубокие дали неба «п а д а ю щ и е з в ё з д ы». Их научное название — м е т е о р ы. Более крупные и светлые из них называются б о л и д а м и. Метеоры и болиды — это сталкивающиеся с Землёй и раскаляющиеся в земной атмосфере мелкие осколки вещества,двигающиеся в пространстве. Если осколок крупный и болид опускается в более плотные слои атмосферы, то к нам доносятся громоподобные звуки. Меньшие камешки, которые нацело распыляются на большей высоте (70—80 километров) и до земной поверхности не доходят, мы видим как метеоры.

В очень редких случаях с неба падает небесный камень — м е т е о р и т. Этот камень и был причиной явления болида.

Метеорные тела ничтожны по сравнению с планетами и относятся к м а л ы м т е л а м Вселенной — обломкам вещества. Такие же обломки вещества представляют собой и кометы — «хвостатые звёзды», хотя их газовые и пылевые оболочки бывают больше Земли, а хвосты из мельчайшей пыли и очень разреженных газов могут тянуться на сотни миллионов километров!

Между путями Марса и Юпитера особенно много мелких планет — а с т е р о и д о в, размером от нескольких сот метров до 800 километров. Астероиды или малые планеты также входят в группу малых тел, имеющих характер обломков, или кусков небесных тел.

При благоприятных условиях видимости — утром до восхода Солнца и вечером после его захода — на небе заметно светлое сияние — з о д и а к а л ь н ы й с в е т. Это — облако мельчайших метеорных пылинок в окрестностях Солнца, отражающее его лучи.

Кольца планеты Сатурн тоже состоят из роя метеорных тел.

Из множества пылинок состоят огромные тёмные туманности, рассеянные в звёздной Вселенной. Не только в нашей, но и в далёких звёздных системах — галактиках — имеются пылевые туманности. Таким образом вещество в раздроблённом, распылённом состоянии является одной из важных форм существования и развития небесных тел.

2. ВСТРЕЧА ЗЕМЛИ С МЕТЕОРНЫМИ ТЕЛАМИ

Если один и тот же метеор зарисовать или ещё лучше сфотографировать из двух разных мест (рис. 3), то его положение относительно звёзд получается неодинаковым,

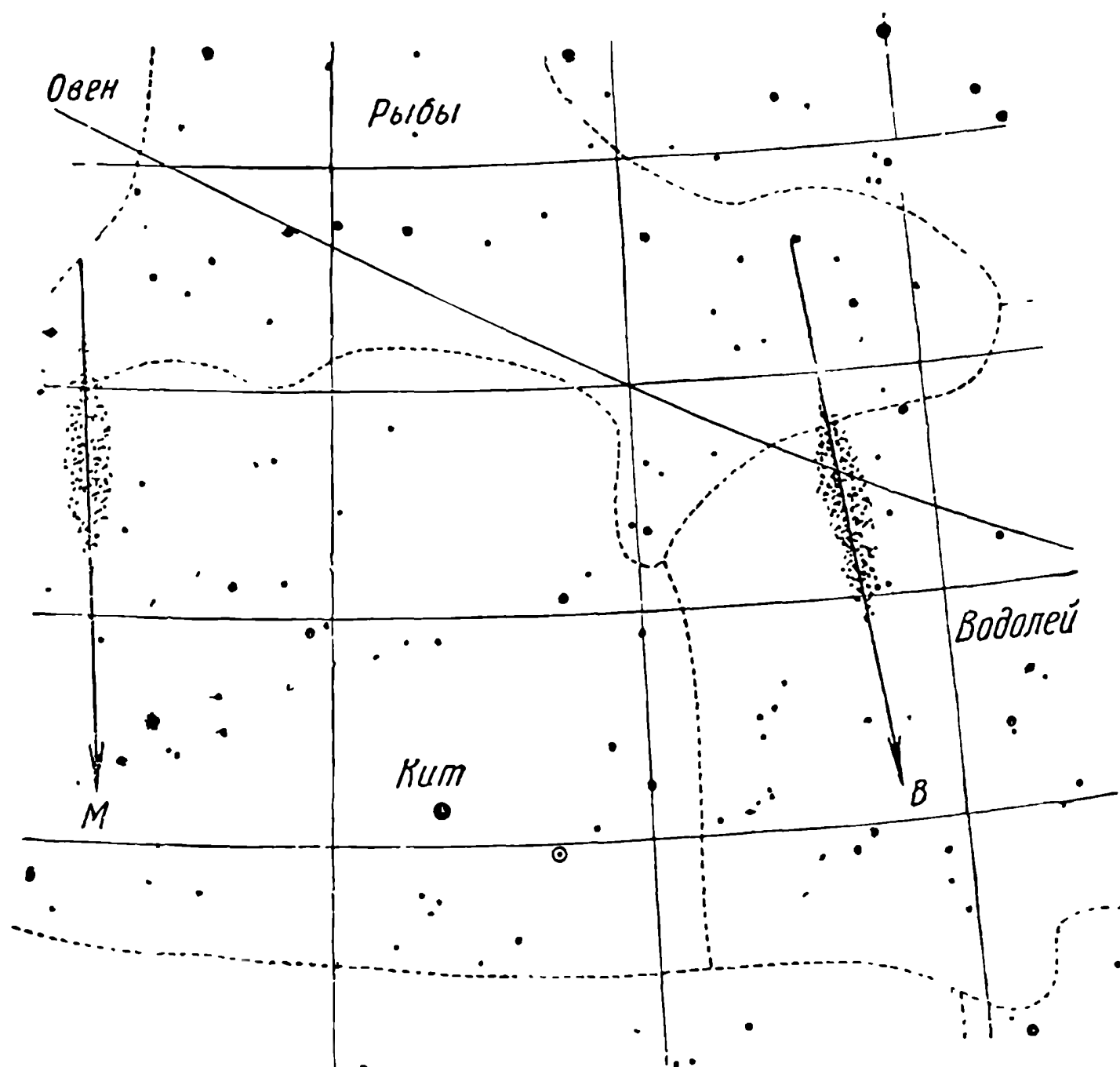


Рис. 3. Наблюдение яркого метеора 11 августа 1937 года из двух разных мест. *М* — положение метеора среди звёзд по наблюдениям из Москвы; *В* — положение метеора по наблюдениям из Владимира (расстояние между наблюдателями 150 километров). Направление движения показано стрелкой. Точками обозначен светящийся след метеора. Свечение метеора началось на высоте 119 километров и закончилось на высоте 55 километров над Землёй. След образовался на высотах 103—76 километров.

как бы смещённым. По этому смещению можно вычислить, на какой высоте находился метеор над поверхностью Земли.

Эти вычисления показывают, что обычные метеоры появляются на высоте около 120 километров и погасают на

высоте около 80 километров от Земли, причём более яркие из них появляются выше, летят дольше и погасают ниже. Скорость таких метеоров — 30—60 и более километров

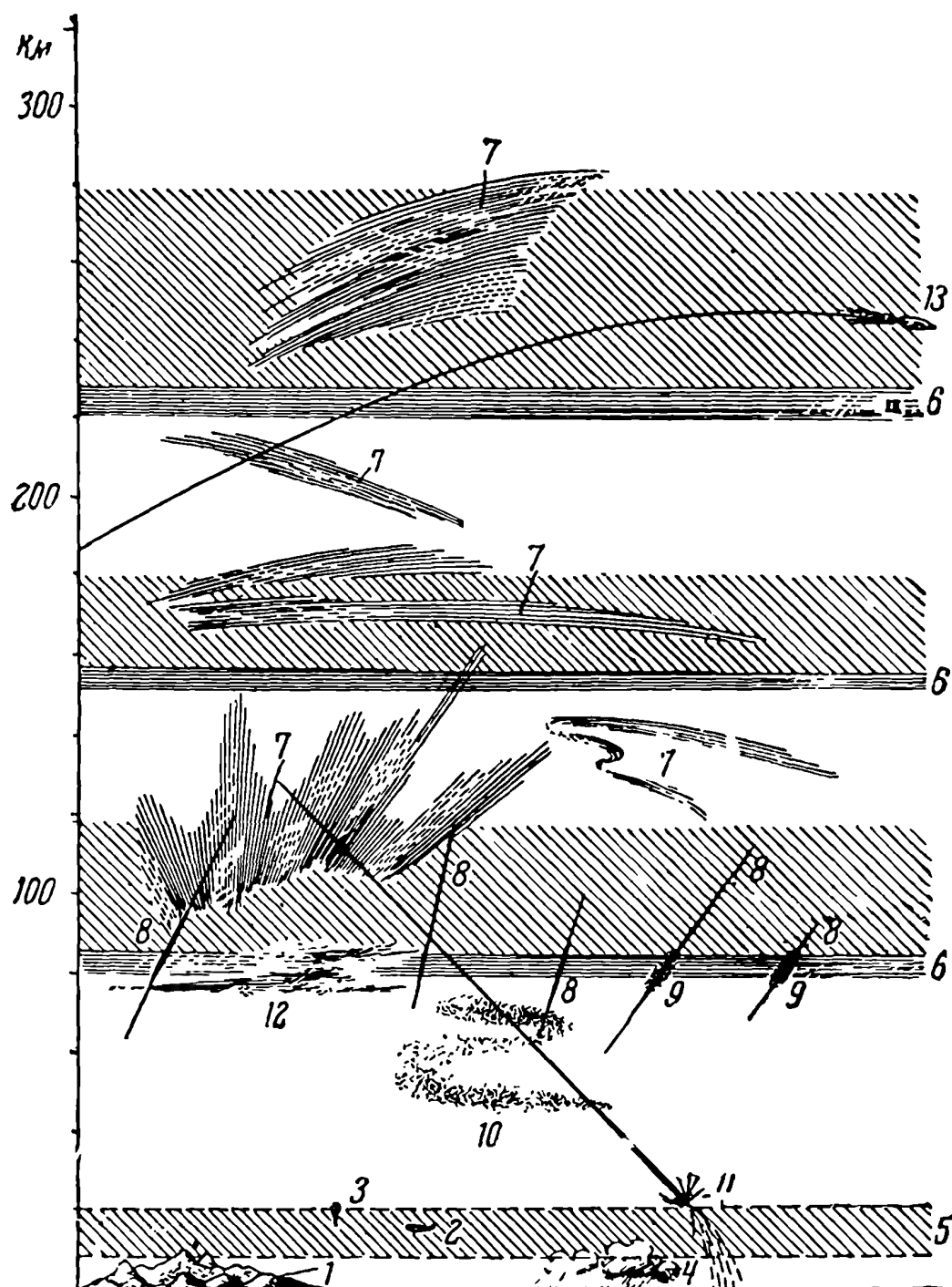


Рис. 4. Метеоры в земной атмосфере. 1 — Гималаи — высочайшие горы Земли; 2 — высотный самолёт; 3 — стратостат; 4 — облака и осадки; 5 — переменная граница тропосферы и стратосферы; 6 — ионизированные слои воздуха; 7 — полярные сияния; 8 — метеоры; 9 — ночные светящиеся следы метеоров; 10 — пылевые следы; 11 — место задержки метеорита; 12 — «серебристые» облака; 13 — стратосферная ракета.

в секунду. Таким образом метеоры — это явления в земной атмосфере (рис. 4)

Болиды погасают на высоте 60—40 километров.

Если же происходит падение метеорита (когда болид очень большой), то его погасание происходит на высоте

20 — 25 километров, то-есть тогда, когда он теряет скорость из-за сопротивления воздуха и начинает двигаться со скоростью около 2 километров в секунду. Торможение метеорита происходит потому, что на высоте в 50 километров воздух хотя и очень разрежен, но всё же давит на каждый квадратный сантиметр поверхности быстро летящего метеорного тела с силой в десятки килограммов! Таким образом земная атмосфера является как бы панцирем, предохраняющим Землю от ежеминутной опасности быть под сильными ударами метеорных камней и осколков.

Направление полёта метеоров — сверху вниз, — а также их громадные первоначальные скорости указывают на то, что они вторгаются в земную атмосферу извне — из мирового пространства. И действительно, метеоры возникают в атмосферах Земли и других планет тогда, когда в них вторгаются из межпланетного пространства небольшие твёрдые осколки — метеорные тела.

Если наблюдать небо через телескоп, то порой можно различить мельчайшие метеоры на пределе видимости. Такие метеоры, которые можно видеть только в телескопы или бинокли, называют телескопическими. Самые слабые из них светят с силой всего в $\frac{1}{50}$ свечи, т. е. не ярче светлячка.

Метеоры, сила света которых достигает 100 свечей, уже видимы простым глазом как крохотные падающие звёздочки. Обычные же «падающие звёзды» светят с силой в несколько тысяч свечей

Когда сила света метеора доходит до миллиона свечей, такой метеор называют уже болидом.

Сила света отдельных болидов достигает нередко 5 — 10 миллиардов свечей! Видимая яркость этих болидов сравнима с яркостью Луны во время полнолуния. Пока такой болид летит, разбрасывая искры, волоча за собой огненный хвост и оставляя туманный след, большинство звёзд становится невидимым. Они как бы исчезают на небе, а по Земле ползут чёрные тени. Даже днём его можно заметить в виде мелькнувшей маленькой падающей звёздочки на голубом небе.

Изредка бывают болиды даже ярче Солнца (как, например, гигантский болид 12 февраля 1947 года, предшествовавший падению крупного метеорита в тайге около

Владивостока). При их полёте свет Солнца как бы тускнеет, а над местом, где пролетел болид, чувствуется сильное тепло. Такие сверхболиды, однако, очень редки.

Определяя силу света отдельных метеоров, учёные научились определять также размеры и массы метеорных тел. Оказывается, что видимые простым глазом метеоры вызываются чаще всего частичками размером от булабочной головки до вишнёвой косточки. Вес таких частичек — от $\frac{1}{100}$ до $\frac{1}{10}$ доли грамма. Телескопические метеоры вызы-

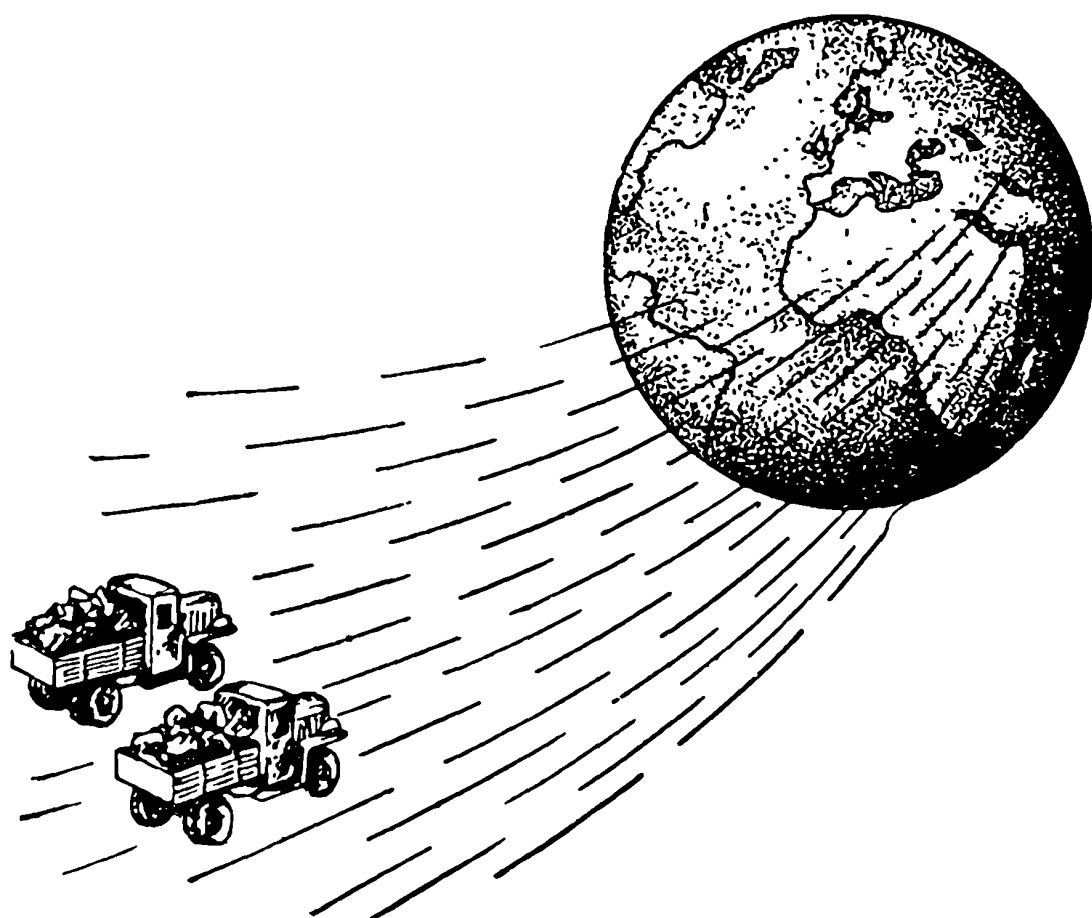


Рис. 5. Метеоры и Земля. Ежедневно на Землю выпадает около десяти тонн метеорных осколков и пыли.

ваются пылинками, а яркие болиды — телами весом в несколько килограммов.

Сколько же этого вещества попадает на Землю?

За год его набирается несколько тысяч тонн, главным образом за счёт крупных метеоритов и метеоров, видимых невооружённым глазом (рис. 5).

Рассмотрим теперь подробнее явления, происходящие при движении метеорных тел в земной атмосфере.

Вот, из межпланетного пространства приближается к Земле один из таких осколков. Многие думают, что это происходит вследствие притяжения. Но это не так. Столкновение метеорного тела с Землёй происходит благодаря

случайному скрещению в пространстве их путей вокруг Солнца. Притяжение Земли лишь процентов на 10—15 увеличивает число метеорных тел, падающих на нашу планету

На высоте около 120 километров метеорное тело начинает светиться. Это происходит вследствие столкновений его с частичками — атомами и молекулами воздуха.

При скорости в 60 километров в секунду метеорное тело весом в один грамм развивает энергию в 2500 лошадиных сил — достаточную для освещения небольшого городка в течение одной секунды.

Если метеорное тело невелико, то оно полностью распыляется и испаряется уже на высоте около 80 километров; более крупные тела проходят ниже. Здесь, в более сгущённой атмосфере, перед ними образуется плотный сгусток сжатого воздуха. При этом резко увеличивается торможение метеорных тел — они словно «вязнут» в более плотных слоях атмосферы. Метеоры, проникающие ниже 80 километров, теряют в слое 70—80 километров свыше половины своей начальной скорости

Метеорное тело, проникающее ниже 50 — 55 километров высоты, порождает в рассекаемом им воздухе волны, которые называются *баллистическими*. Эти волны рождают звук. На таких высотах воздух уже достаточно плотен, чтобы передавать такие волны. Поэтому-то после полёта очень ярких болидов и возникает целая серия звуков, начиная от громовых ударов и кончая длительным жужжаньем или шелестеньем.

Крупные метеоры, вторгаясь ниже 30 километров, оставляют пылевые следы: Они доходят до тропосферы и, иногда часами, видны в виде чёрного дыма на светлом небе — днём или светлой полосы на тёмном небе — в сумерки, так как в это время их освещают лучи Солнца. Такие следы замечали ещё в глубокой древности китайцы, создавшие легенды о небесных драконах, и наши предки — славяне, описывавшие змеев-горынычей (болиды) с извивающимися хвостами (их пылевыми следами)

Если метеорное тело достаточно велико и его скорость полёта относительно Земли не превышает 30 километров в секунду, оно не успевает целиком распылиться в полёте. В этом случае на Землю выпадает метеорит — каменный или железный осколок.

3. МЕТЕОРИТЫ — ВЕСТНИКИ НЕБЕСНЫХ ГЛУБИН

Во время полёта метеорное тело приобретает обтекаемую форму, так называемую *ориентированную*. По этой форме легко определить, какой стороной оно летело вперёд. На поверхности метеорита обычно видны ложбинки и бороздки, проточенные и проплавленные горячими потоками воздуха (рис. 6). Все углы и выступы осколка срезаны,

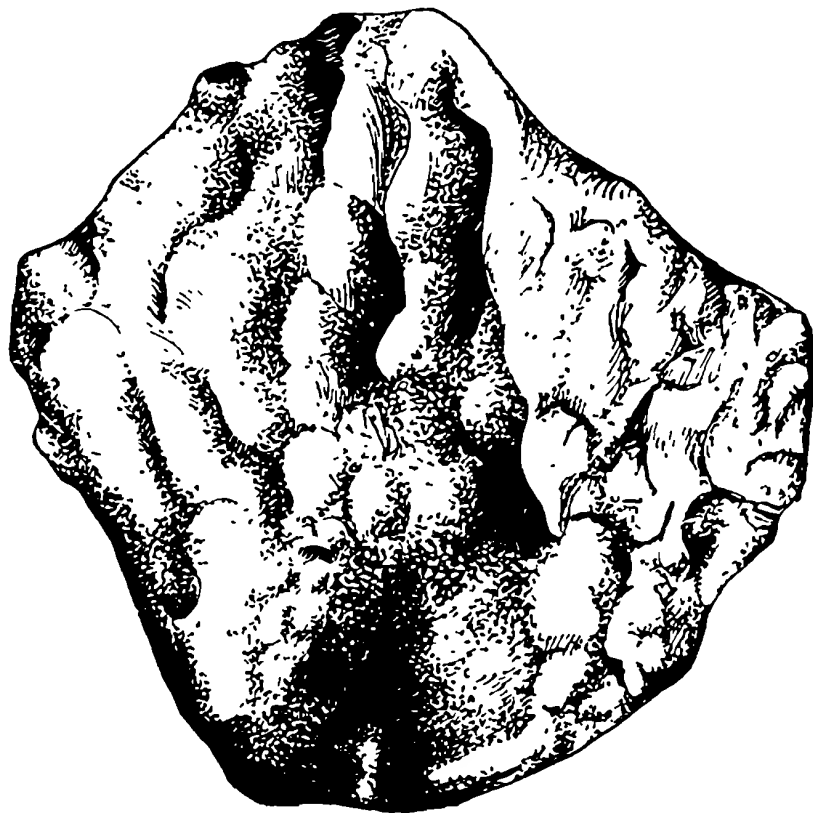


Рис. 6. Каменный метеорит. Бороздки и лунки метеорита проточены воздухом.

«зализаны», сточены. Даже железные метеориты весом в десять тонн имеют иногда. «ориентированную» форму. Поэтому начальную, «доатмосферную» форму упавшего тела восстановить почти нельзя.

Тонким слоем в доли миллиметра метеорит всегда покрыт «корой плавления». На ней под микроскопом видны следы полопавшихся пузырьков. Это говорит о том, что тонкая плёнка метеорита была жидкой и кипела во время его полёта в атмосфере. Нередко от напора воздуха метеорит раздробляется в полёте на части, и тогда выпадает несколько метеоритов.

Скорость падения обычных метеоритов на Землю зависит от их массы, формы и удельного веса. Так, например, каменные метеориты с массой от одного грамма до одной тонны падают со скоростью в несколько десятков метров

в секунду. Обладая заметной пробивной способностью, они, в зависимости от массы метеорита, уходят в почву на глубину до 3 метров. Мелкие метеориты остаются на поверхности Земли.

Падению метеорита обычно предшествуют световые эффекты от летящего болида. Затем, через несколько минут, раздаются звуковые раскаты. Если вес метеорита меньше 60—70 килограммов, то звук раскатов опережает падение «небесного камня». За несколько секунд до его падения слышится тонкий, нарастающий свист, переходящий в шипение, как при полёте небольшой авиабомбы. Иногда слышны стрекотание, дребезжание и тому подобные звуки. Звук заканчивается резким шлепком. Это метеорит, подобно невзорвавшейся авиабомбе, врезался в землю.

В случае, когда метеорит весит больше 60—70 килограммов, он достигает Земли быстрее звука.

Если метеоритов несколько, то более крупные из них падают на Землю раньше мелких.

Упавший метеорит тем легче найти, чем он был ближе к человеку, заметившему его падение. Из практики известно, что если метеорит падает на расстоянии, большем чем 100—150 метров, то найти его очень трудно даже при специальных поисках. Неудивительно поэтому, что из 40 тысяч метеоритов, падающих в течение года на Землю, до учёных доходит лишь несколько штук. Если не был слышен свист, то это значит, что метеорит упал дальше чем за километр. Если же не было слышно громовых раскатов, то приземление камня было за 100—200 километров.

От момента потери своей космической скорости (на высоте 20—25 километров) и до падения на Землю метеорит летит, постепенно уменьшая скорость, несколько десятков секунд. Значительную часть этого пути он проходит в воздухе с температурой ниже нуля. Поэтому, не успев прогреться внутри за несколько секунд своего огненного пути, он вполне охлаждается за $1—1\frac{1}{2}$ минуты падения в холодном воздухе. На землю метеорит падает тепловатым, но не горячим и, конечно, не раскалённым, как думают многие, ошибочно обвиняя метеориты в поджогах. Только железные метеориты, падающие быстрее, не успевают охладиться и часто бывают горячими. У них способность проводить тепло сильнее.

Цвет коры недавно упавшего метеорита — тёмнобурый или чёрный, матовый или блестящий; у него как бы лакированный или осмолённый вид. Поэтому метеорит легко отличить от земных камней. Полежав на воздухе, он буреет, а в сыром климате за несколько лет может и разрушиться.

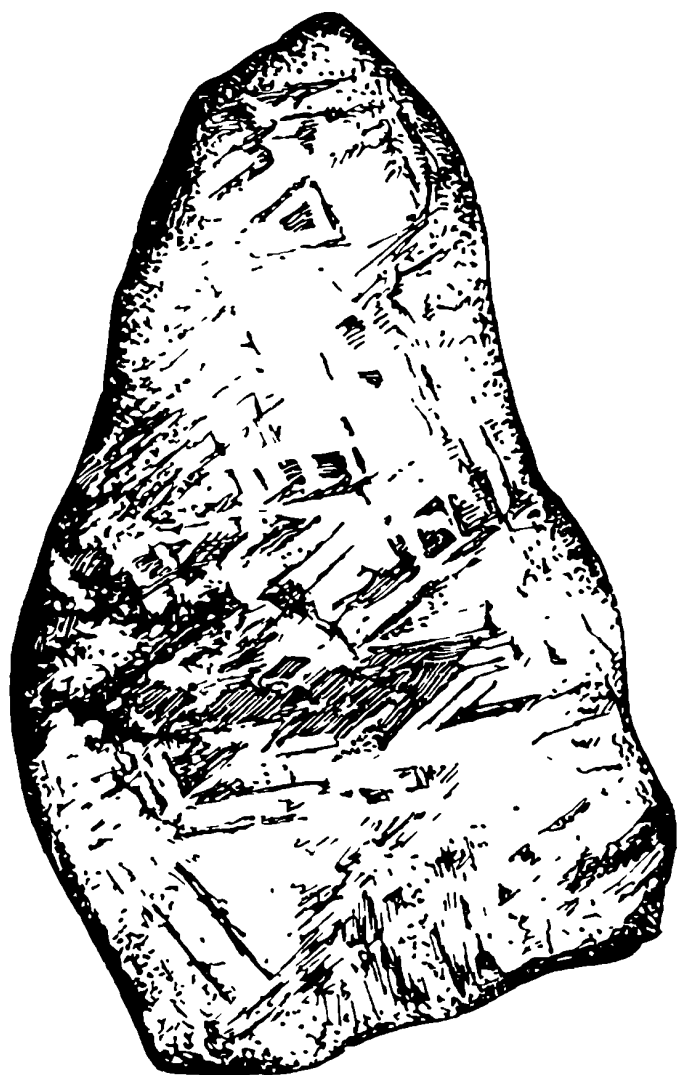


Рис. 7. Железный метеорит из пустыни Вабар в Аравии. На полированной и протравленной кислотой поверхности видны кристаллы железа.

Учёные всего мира собрали более 1200 разных метеоритов, общим весом свыше 100 тонн. Из них в Советском Союзе имеется 113 метеоритов (на первое июля 1945 года).

Замечательно, что в СССР с 1917 года было найдено больше метеоритов, чем в старой России за предыдущие два века. Отчасти это объясняется тем, что прежде при нахождении метеоритов их разбивали, думая найти в них золото и драгоценные камни.

Железные метеориты гораздо больше каменных — и по размерам и по массе. Во всём мире имеется свыше десятка найденных железных метеоритов, весящих более 3 тонн каждый (рис. 7). Самый крупный из них — в 60 тонн — был найден в местности Гоба (Южная Африка). В то же время самый крупный из ка-

менных метеоритов весит всего около $\frac{1}{2}$ тонны.

За последние 300 лет известно 27 случаев падения метеоритов на здания. Некоторые метеориты пробивали крыши и потолки, другие влетали в здания через открытые окна и двери. Так, в 1684 году, метеорит пробил купол церкви в Тобольске и причинил опустошения внутри неё. Один метеорит упал прачке в корыто, другой ямщику в сани. Совсем недавно, в 1939 году, в США метеорит пробил крышу гаража, кабину автомашины, сидение шофёра и, наконец, картер мотора.

Крупные метеориты весом в сотни и тысячи тонн пронизывают всю воздушную броню Земли, теряя лишь долю своей космической скорости. При падении такого метеорита, со скоростью в несколько десятков километров в секунду, происходит мгновенное выделение колоссального количества энергии, равносильное взрыву. Подобно тому как разрыв снаряда образует воронку, так и при ударе о почву крупных метеоритов образуются гигантские воронки — м е т е о р и т н ы е к р а т е р ы. Метеорит и часть земных пород обращаются в раскалённые газы, взрыв которых производит углубление в земной поверхности, выбрасывает раздроблённое вещество во все стороны, сплавляет горные породы в сосульки и сминает пласты земли.

Впервые метеоритный кратер был обнаружен в Северной Америке, в штате Аризона, свыше полувека назад. Аризонский кратер имеет 1200 метров в поперечнике и глубину около 175 метров. Вал в 30—40 метров высоты окружает почти правильную воронку кратера. В окрестностях кратера было найдено свыше 20 тонн обломков железных метеоритов. Кругом рассеяны обломки скал.

Изучение кратера показало, что падение метеорита произошло здесь не более чем 6000 лет тому назад. У местных индейцев до последних лет сохранилась легенда о том, что в отдалённые времена огонь сошёл на их землю с неба.

В другом месте земного шара — в Аравии — кочевники создали предание о легендарном городе Вабар, уничтоженном небесным огнём. Эта легенда также не лишена основания, так как в 1932 году в пустыне Вабар была найдена группа метеоритных кратеров, имеющих поперечники от 40 до 100 метров, а вблизи них — метеориты.

В настоящее время известно 9 групп кратеров метеоритного происхождения — в Северной Америке, Аравии, Австралии, Аргентине и в других местах. В Советском Союзе — в Эстонии, на острове Саарема имеется группа из 6 метеоритных кратеров диаметром до 100 метров (рис. 8).

Падения метеоритов, в результате которых образуются кратеры, чрезвычайно редки. В наше время известно только два таких события — это падение сибирского метеорита 30 июня 1908 года и падение метеорита 12 февраля 1947 года — близ Владивостока.

Гигантское метеорное тело в несколько тысяч тонн весом столкнулось 30 июня 1908 года с Землёй. Как установлено,

постепенно снижаясь по пологому пути, болид летел с огромной скоростью с юга на север. Вблизи сибирской железнодорожной магистрали болид был замечен пассажирами поезда из окон вагонов, несмотря на яркий свет Солнца. Пролетев ещё свыше 500 километров, метеорит с огромной силой врезался в почву в районе реки Подкаменной Тунгуски, впадающей в Енисей. Здесь в гористой, заболоченной местности, среди безлюдной тайги, произошёл взрыв чудовищной силы. Метеорит и почва частично обратились в



Рис. 8. Главный метеорный кратер на острове Саарема, в Эстонии. Поперечник кратера — 100 метров; высота вала — до 7 метров.

раскалённые газы, частично были раздроблены и выброшены с огромной силой вверх. За короткое время газы и облако выброшенных частиц, похожее на гриб, достигли стратосферы (15—20 километров высоты). Они были ясно видны даже на расстоянии 450 километров от места падения. На земле взрыв охватил местность на 20—30 километров в окружности. Здесь мощная воздушная волна вырвала и повалила тысячи крупных деревьев (рис. 9); горячие газы мгновенно сожгли все ветви и обожгли толстые стволы на глубину до 2 сантиметров.

Вспышка света была видна за сотни километров, несмотря на яркий свет утреннего летнего Солнца, которое

казалось померкнувшим в эти мгновения. Звук взрыва был слышен почти за 1000 километров.

Сильно пострадали от действия взрывной волны несколько эвенков, кочевавших со своими оленями на расстоянии 30 километров от места падения метеорита. Даже в посёлке Вановаре, расположенном в 60 километрах, были отмечены различные разрушения.

Сотрясение почвы при взрыве этого метеорита было отмечено точными приборами на всём земном шаре, как



Рис. 9. Обожжённый и поваленный лес в окрестностях места падения сибирского метеорита.

землетрясение. Воздушная взрывная волна в течение двух суток после падения метеорита дважды обошла Землю.

Научные экспедиции посетили место падения сибирского метеорита только через 20 и 30 лет. Метеорита там не нашли, так как во время взрыва он был обращён в газы и мельчайшую пыль. Опустошение тайги в районе падения метеорита было сфотографировано с самолёта. С воздуха было видно бурое пятно диаметром в 6—7 километров, на серо-зелёном фоне тайги. Вновь возникшая заболоченность и молодая таёжная поросль начинают уже скрывать следы недавней катастрофы. Вот почему большинство известных до сих пор метеоритных кратеров находят в сухих пустынных местах. Там следы столкновений метеоритов с Землёй сохраняются подолгу, так как они не размываются водами и не закры-

ваются растительностью, как это происходит на Подкаменной Тунгуске.

Падение метеорита 12 февраля 1947 года также сопровождалось опустошением тайги. Немедленно выехавшая на место падения метеорита научная экспедиция нашла 106 воронок и кратеров, образовавшихся в твёрдых скальных породах.

Внимательное изучение метеоритов приводит к интересным и важным выводам.

Учёными был исследован химический состав метеоритов. В них были найдены те же простые вещества (элементы), которые уже известны на Земле. Так, в железных метеоритах содержится 91 процент железа и 8 процентов никеля. Кроме того, в них часто находятся: кобальт, фосфор, сера, медь, углерод и другие элементы.

В каменных метеоритах больше всего кислорода, железа, кремния и магния; меньше — алюминия, никеля, кальция и натрия. Обычно в их составах встречаются также хром, фосфор, марганец, кобальт, титан.

Состав более мелких метеорных тел такой же. Этот состав узнают по характеру излучения метеоров. На рисунке 10 приведены две фотографии такого излучения.

Почти все известные химические элементы были найдены в метеоритах. Это свидетельствует о единстве вещества, из которого состоят Земля, метеориты и Солнце.

В метеоритах совершенно отсутствуют осадочные породы, вроде глины или песка, и такие вещества, как мел или уголь, связанные с проявлениями жизни на поверхности Земли.

Строение метеоритов указывает на то, что они когда-то образовались из расплавленной массы и быстро остывали. Большинство каменных метеоритов содержит застывшие капельки — «хондры». Железные метеориты имеют не встречающиеся в земном железе большие красивые кристаллы различной формы; последние указывают на длительный нагрев, вероятно, в глубинах каких-то небесных тел до температуры не менее 1000 градусов, во время чего и образовались эти правильные кристаллы.

Всё это заставляет предполагать, что метеориты возникают из расплавленного вещества в недрах планеты, а потом выбрасываются в мировое пространство, где быстро застывают.

Некоторые метеориты носят на себе следы разломов и насильственного внедрения отдельных «чужих» кусков.

Это — следы катастрофических происшествий, имевших место при застывании метеоритов.

Можно ли определить, сколько времени прошло с момента застывания метеоритов, т. е. узнать возраст метеоритов? Можно.

Известно, что некоторые тяжёлые элементы, например уран, постепенно распадаются, превращаясь при этом в дру-

12 авг 1934г Кучино, под Москвой (СССР) 26 мая 1932г Флагстафф, Аризона (США)

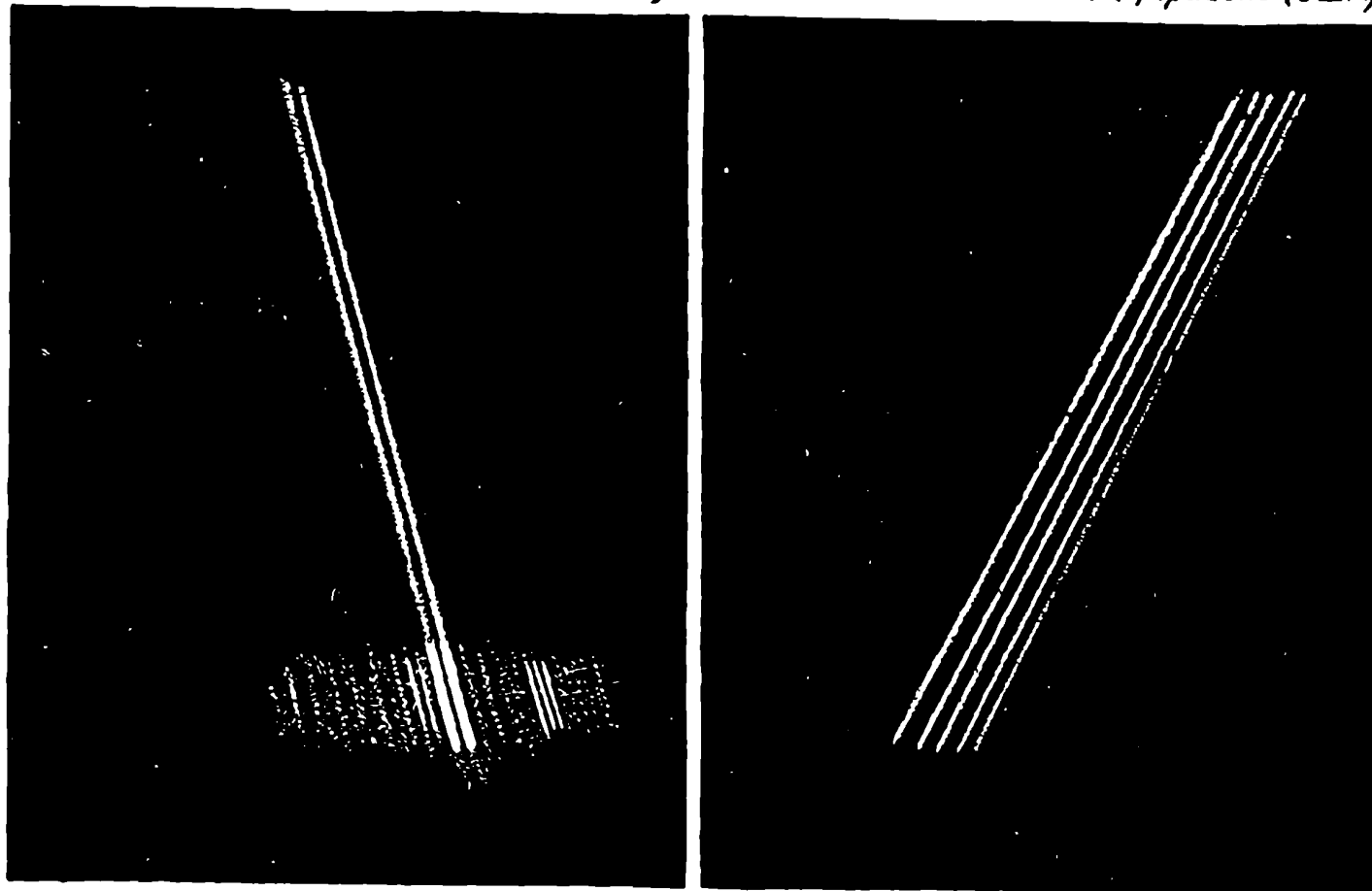


Рис. 10. Фотографические снимки излучения метеоров, полученные при помощи призмы (спектры). Слева — спектр каменного метеора; две длинные яркие линии показывают, что в составе этого метеорного тела находится элемент кальций; остальные линии указывают на присутствие магния, алюминия, железа. Справа — спектр железного метеора.

гие элементы — радий, гелий, свинец. Процесс распада идёт чрезвычайно медленно — за 66 миллионов лет распадается только 1 процент урана.

Таким образом определяя в метеорите, какой процент содержащегося в нём урана превратился в другие элементы, можно узнать, сколько лет прошло с той поры, как метеорное тело затвердело. Вычисленный таким путём возраст метеоритов составляет от 76 миллионов до 8 миллиардов лет.

Итак, метеориты — это обломки каких-то небесных тел, образовавшихся в разное время в разных местах Вселенной,

в том числе и в нашей солнечной системе. По всей вероятности метеориты образуются где-либо и сейчас.

Многие миллионы лет метеориты, выпавшие на Землю, носились в солнечной системе, пока их пути, постепенно изменяясь, не привели к встрече с Землёй. Здесь обломки далёких небесных тел попали в руки человека и стали наглядным доказательством единства строения вещества во Вселенной.

4. ПОТОКИ И СКОПЛЕНИЯ МЕТЕОРНЫХ ТЕЛ В СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЕ

Иногда, даже в ясную безлунную ночь, когда видны мельчайшие звёзды, метеоров почти нет. В другие же ночи они появляются часто. Временами их число бывает так велико, что всё небо похоже на гигантский фейерверк. Такое обильное появление метеоров называется **з в ё з д н ы м д о ж д ё м**. Это случается один раз в несколько десятков лет.

Звёздный дождь — величественное зрелище! Десятки огненных путей метеоров каждое мгновение пересекают небо. «Звёзды» летят, как хлопья снега во время метели.

Обычно немало метеоров видно во второй половине года: 8—13 августа, 20—23 октября и 10—13 декабря. В эти ночи внимательный наблюдатель может сосчитать невооружённым глазом от 20 до 100 метеоров в час. При этом нетрудно заметить, что они словно вылетают из одной или нескольких небольших площадок неба, расходясь оттуда во все стороны. Такие центры видимого расхождения метеорных путей называются **р а д и а н т а м и**.

Радант — это чисто кажущееся явление. На самом деле метеоры движутся в пространстве по параллельным путям, но земному наблюдателю кажется, что они вылетают из одного места неба, подобно тому как параллельные рельсы кажутся нам сходящимися вдаль, если смотреть вдоль железнодорожного полотна (рис. 11).

Метеорные тела одного радианта движутся в солнечной системе по параллельным путям, образуя **п о т о к** метеорных тел. Зная положение радианта на небе по отношению к Солнцу, а также зная скорость движения метеоров этого радианта, можно установить и их путь в солнечной системе, по которому метеоры двигались до встречи с Землёй.

Точно определить скорости метеоров, появляющихся внезапно, — трудная задача. Из всех известных наиболее точным является фотографический способ.

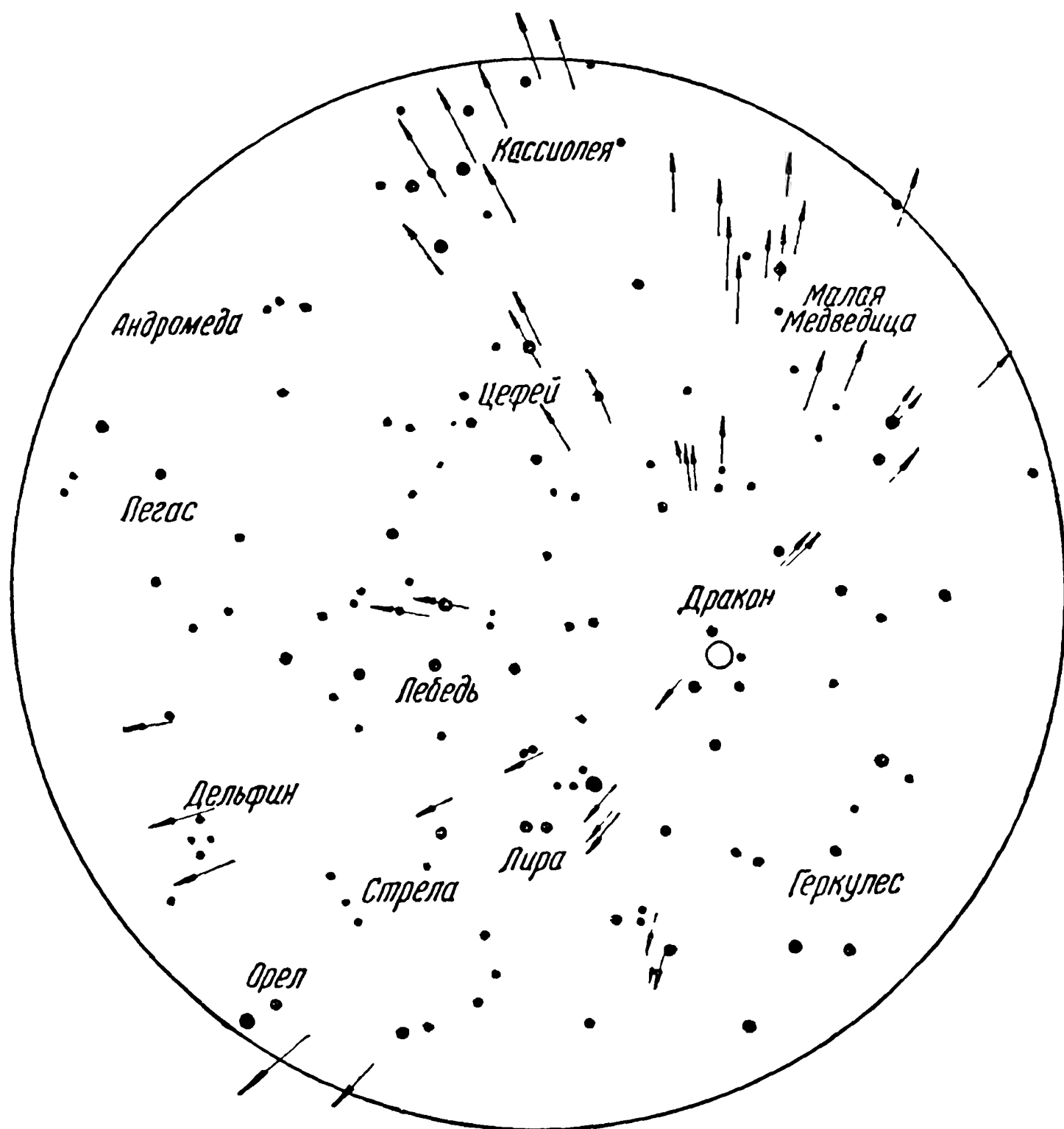


Рис. 11. Радиант звёздного дождя Драконида 9 октября 1933 года. Радиант отмечен маленьким кружком в созвездии Дракона.

Фотографирование метеора производят из двух различных мест. Перед фотокамерой, снимающей метеор, ставится быстро вращающаяся «мельничка» с крылышками, несколько раз в секунду закрывающими фотокамеру. Вследствие этого на пластинке путь метеора выходит с перерывами (рис. 12). Количество перерывов показывает, сколько

секунд или долей секунды летел метеор. Фотографируя метеор одновременно из двух пунктов, расположенных на

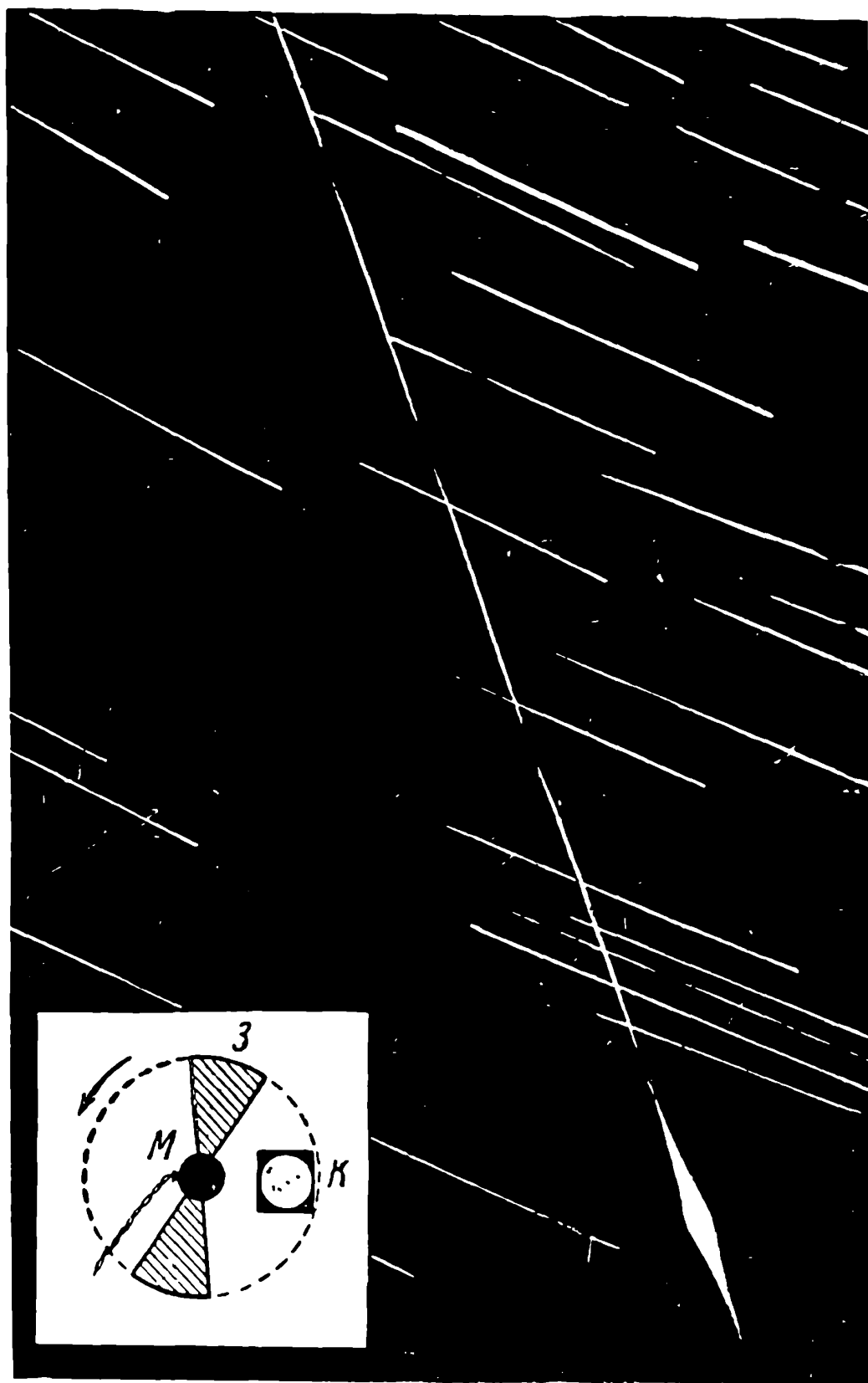


Рис. 12. Фотография яркого метеора 14 августа 1932 года, полученная при помощи вращающейся мельнички, установленной перед камерой. Звёзды оставили на фотопластинке следы — дуги вследствие суточного вращения неба. Внизу рисунка, слева — схема установки фотокамеры; *М* — электромотор; *З* — затвор («мельничка»); *К* — фотокамера.

расстоянии нескольких километров, и зная скорость вращения затвора, можно довольно точно определить как высоту

метеора, так и длину его пути. А отсюда можно определить и скорость движения метеора. В нашей стране фотографии метеоров при помощи «мельнички» были получены в 1932—1941 годах в Москве и Сталинабаде.

Метеоры, встречающие Землю со скоростью, меньшей чем 42 километра в секунду, описывают вокруг Солнца замкнутую орбиту в форме эллипса.

Если же скорость метеорных тел при встрече с Землёй превосходит 42 километра в секунду, то сила солнечного притяжения уже не может удержать их в пределах планетной системы. Описав относительно Солнца незамкнутую кривую особого вида — гиперболу, такие тела уходят

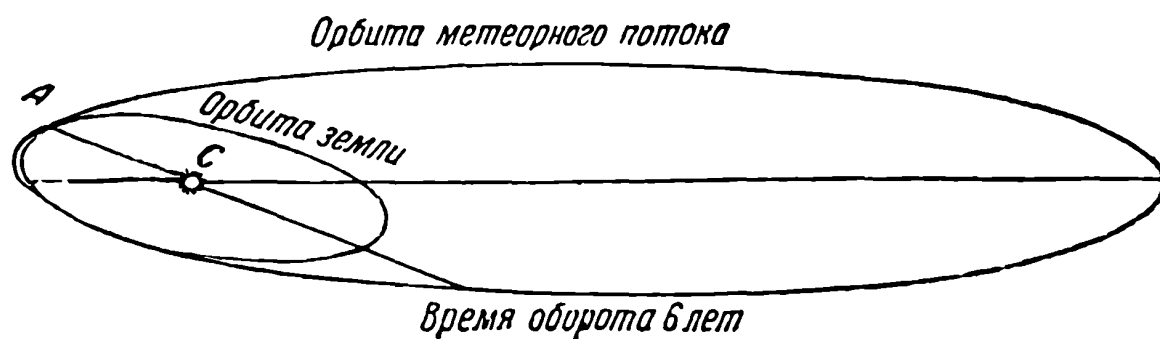


Рис. 13. Орбиты Земли и одного из метеорных потоков. С — Солнце; А — место встречи потока с Землёй.

в межзвёздное пространство, навсегда покинув солнечную систему, мимолётным гостем которой они были.

Таким образом, зная скорости и орбиты метеоров, можно судить о происхождении метеорных потоков. Действительно, если орбиты метеорных тел — замкнутые эллипсы, то поток принадлежит солнечной системе. Если же орбита — гипербола, то, значит, метеорные тела пришли из межзвёздных пространств.

Пути большинства крупных метеорных тел замыкаются вокруг Солнца; эти тела принадлежат солнечной системе. Метеорные тела, приходящие из звёздной Вселенной, попадают в нашей системе, видимо, очень редко.

Интересно отметить, что ежегодно, когда Земля проходит по своему пути вокруг Солнца через одно и то же место, мы встречаем время от времени одни и те же потоки метеорных тел (рис. 13). Радианты этих потоков лежат в разных созвездиях, по которым и даются названия метеорным потокам. Так, августовские метеоры называют Персеидами по созвездию Персея; октябрьские —

Орионидами — созвездие Орион, декабрьские — Геминидами — от латинского наименования созвездия Близнецов — Гемини.

Установлено, что период обращения потока Персеид вокруг Солнца равен 110 годам. Между тем ежегодно в августе наблюдается большое количество метеоров. Из этого следует, что Персеиды растянулись вдоль своей орбиты приблизительно равномерно. Они образуют мощное эллипти-

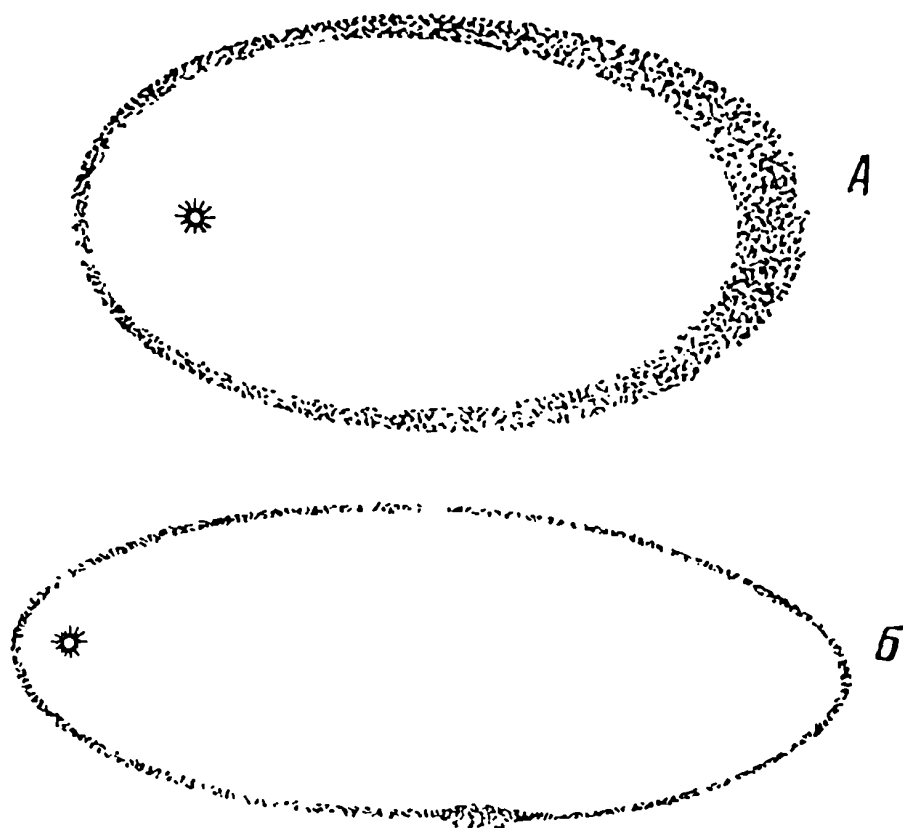


Рис. 14. Метеорные потоки. А — типа Персеид; Б — типа Леонид.

ческое кольцо; при встрече Земля проходит в нём свыше 100 миллионов километров.

Однако есть потоки и другого типа, например Леониды, имеющие радиант в созвездии Льва. Они встречают Землю 10—20 ноября. Обычно количество Леонид совершенно ничтожно. Только раз в 33 года количество их резко возрастает. Так, в 1766, 1799, 1833 и 1866 годах Леониды давали блестящие звёздные дожди. Это объясняется тем, что метеорное вещество у Леонид сосредоточено только в одном месте (рис. 14). Так как период обращения потока вокруг Солнца равен 33 годам, то через такой период времени при встрече Земли со сгущением метеоров и наблюдаются блестящие звёздные дожди.

Число потоков метеорных тел, имеющихсья в солнечной системе, очень велико, но лишь немногие из них встречают Землю и становятся нам известны.

Большинство радиантов наблюдается лишь в течение 3—5 ночей; из них вылетает по нескольку метеоров в ночь. Другие радианты принадлежат небольшим одиночным группам метеорных тел, которые Земля встречает в пространстве. И только несколько десятков потоков устойчиво дают из года в год появление большого количества метеоров из одних и тех же радиантов.

До настоящего времени примерно 15 крупных потоков сравнительно хорошо изучены. Некоторые из них известны с древнейших времён, другие стали видимы только в последние десятилетия, третьи были подолгу видимы и затем внезапно ослабели.

Появление и исчезновение метеорных потоков происходят вследствие того, что орбиты потоков под действием притяжения планет постепенно изменяют своё положение в солнечной системе. Узкие и тонкие потоки могут настолько удалиться от земной орбиты, что их метеоры перестают встречаться с Землёй. Происходит и обратное, когда поток приближается к земной орбите. Только мощные потоки с большим поперечником видимы по много столетий подряд, несмотря на влияние планет.

Кроме изменения положения орбит потоков в пространстве, бывают случаи возникновения и новых потоков.

По наблюдениям, проведённым за последние 150 лет, установлено, что особенно интересны и обильны следующие метеорные потоки:

Месяц и число видимости	Название метеор- ных потоков	В каком созвездии находятся радианты
1—7 января	Квадрантиды	Дракона-Геркулеса
15—26 апреля	Лириды	Лиры
1—12 мая	Майские Аквариды	Водолея
20—30 июня	Боотиды	Волопаса
22—31 июля	Июльские Аквариды	Водолея
1—22 августа	Персеиды	Персея
8—12 октября	Дракониды	Дракона
14—20 октября	Тауриды	Тельца
14—26 октября	Ориониды	Ориона
10—18 ноября	Леониды	Льва
15—27 ноября	Андромедиды	Андромеды
1—17 декабря	Геминиды	Близнецов

Леониды, например, известны с глубокой древности. Впервые они отмечены китайцами свыше 3700 лет тому назад — в 1768 году до нашей эры. В летописях X—XV веков России, Западной Европы, Китая, Кореи и Японии большие звёздные дожди Леонид неоднократно записаны как диковинные «нёбесные видения». Звёздные дожди Леонид в XIX веке наблюдались в 1833 и 1866 годах повсеместно. В эти годы, в дни встречи Земли с потоком, многочисленные крупные болиды ярко освещали не только местность, но даже внутренние помещения зданий. Небо светилось от множества метеорных следов, которые сливались в один сплошной светлый фон.

Персеиды — августовские метеоры — наблюдаются уже свыше 1000 лет ежегодно, не давая блестящих звёздных дождей, но и не ослабевая. Начиная с IX века, упоминания о Персеидах часто встречаются в летописях народов Европы и Азии. Советуем читателям непременно понаблюдать этот поток в те годы, когда по ночам между 10 и 15 августа над горизонтом нет Луны (указания о том, как наблюдать метеоры, можно получить от Всесоюзного астрономо-геодезического общества — Москва, Садово-Кудринская, 5, Планетарий).

Лириды — апрельские метеоры — обычно немногочисленны, но иногда дают богатейшие звёздные дожди. Первое наблюдение их было сделано китайцами в 687 году до нашей эры, т. е. свыше 2600 лет назад. Последний раз звёздный дождь Лирид видели 21 апреля 1922 года. По наблюдениям на Украине метеоры, казалось, «хлестали небо».

В потоке Лирид метеорное вещество распределено крайне неравномерно: оно сгущено плотным роем в одном месте орбиты, подобно потоку Леонид. Так как период обращения Лирид составляет около 30 лет, то можно ожидать, что в 1952 г. будет обильное появление метеоров этого потока.

Метеорный поток Андромедид давал большие звёздные дожди 27 ноября 1872 года и 27 ноября 1885 года. Первые наблюдения этого потока были сделаны ещё в 1741 году в Петербурге. Теперь Андромедида дают небольшое число метеоров.

Дракониды впервые стали видимы только в 1926 году.

В октябре 1933 года Дракониды дали великолепный звёздный дождь, наблюдавшийся в Западной Европе и СССР.

Число видимых метеоров временами доходило до 1000 в минуту! Они были красноватые и в большинстве неяркие. Негры во французской колонии Судане, в Африке, полагали что «злой дух срывает звёзды с неба», и пытались помешать этому барабанным боем. Не менее мощный звёздный дождь Драконида был виден перед утром 10 октября 1946 г. в Запад-

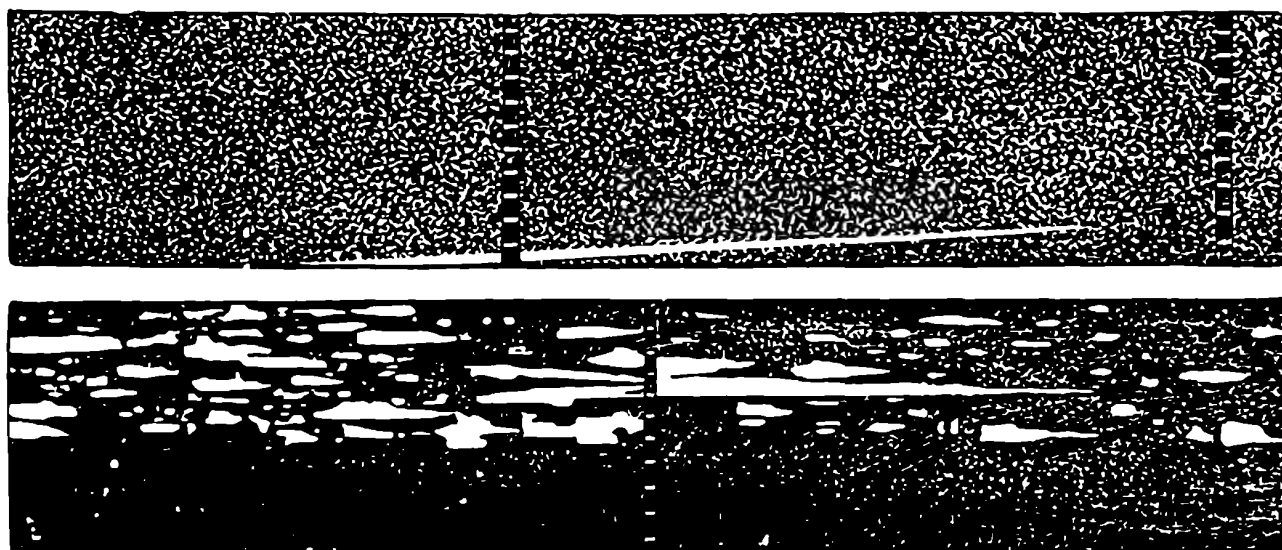


Рис. 15. Наблюдение радаром звёздного дождя Драконида 10 октября 1946 года. Верхний снимок сделан вечером 9 октября: метеоров нет; виден только след летящего самолёта. На нижнем снимке, сделанном утром 10 октября, видны многочисленные вспышки метеоров на высотах 100 и более километров.

ной Европе и Атлантическом океане. На этот раз много тысяч метеоров удалось отметить при помощи радиолокационных установок — радаров (рис. 15).

Остальные крупные метеорные потоки также довольно интенсивны. Например, Квадрантиды дали очень обильное появление метеоров в ночь с 4 на 5 января 1943 года. Майские Аквариды, Ориониды и Геминиды дают ежегодно довольно большое количество метеоров.

Кроме того, иногда неожиданно появляются неизвестные ранее потоки, давая обильный звёздный дождь, который заранее нельзя было предвидеть. Так было, например, 22 декабря 1945 года, когда в Чехословакии наблюдался новый обильный метеорный поток с радиантом вблизи Полярной звезды.

Множество метеоров, беспорядочно появляющихся в различных областях неба, принадлежит слабым или рассеянным потокам, для которых часто нельзя найти радиантов. Все такие метеоры принято называть о д и н о ч н ы м и, или с п о р а д и ч е с к и м и.

Плотность метеорного вещества ничтожна даже в самых богатых потоках. Во время звёздного дождя Леонид в 1866 году расстояние между яркими метеорами в пространстве составляло в среднем около 30 километров. Таким образом 1 грамм метеорного вещества приходился на 27 тысяч кубических километров. В других потоках плотность вещества ещё меньше.

Общее количество вещества в потоках также очень невелико. В самом лучшем случае оно составляет лишь

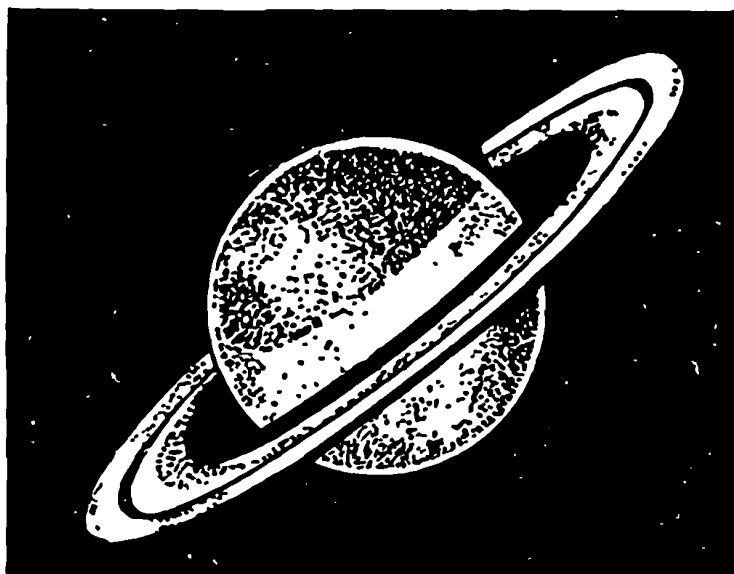


Рис. 16. Планета Сатурн и его кольца.

несколько миллиардов тонн. Это — вес, например, слоя песка и гравия толщиной в один метр на территории такого города, как Москва.

Даже общее количество метеорного вещества, которое обращается в солнечной системе, совершенно ничтожно по сравнению с массой Земли.

Замечательное скопление метеорных тел можно видеть в кольцах планеты Сатурн (рис. 16). Знаменитые кольца Сатурна — планеты, которая больше Земли в 700 раз — состоят из роя метеорных спутников этой планеты.

Кольца Сатурна разделяются на три, одно внутри другого, с узкими промежутками между ними. В настоящее время твёрдо установлено, что эти кольца являются довольно плотным скоплением метеорного вещества. Оно состоит из миллионов метеорных частиц различных размеров — от метровых глыб до мельчайших пылинок.

Метеорное вещество в кольцах Сатурна расположено гораздо плотнее, чем в других метеорных роях солнечной

системы. И всё же не более $\frac{1}{16}$ объёма кольца Сатурна заполнено метеорными частицами.

А вот другой вид скопления метеорного вещества.

Многие миллиарды крошечных метеорных телец, наполняющих солнечную систему, можно сравнить с тучей мошкар, летающей вокруг лампы в летний вечер. Издали кажется, что вокруг лампы образовалось светлое облачко. Точно так же мы видим гигантское разреженное ско-



Рис. 17. Зодиакальный свет.

пление метеорной пыли в солнечной системе, освещённое лучами Солнца. Мы наблюдаем его в виде светлой полосы так называемого зодиакального света (рис. 17).

Зодиакальный свет — это свет Солнца, отражённый многими миллиардами метеорных частиц. Своего света метеорные частицы не излучают.

В тропических странах зодиакальный свет виден каждую ясную ночь: на западе — после захода Солнца и на востоке — перед его восходом — довольно яркий голубоватый «язык» зодиакального света после окончания сумерек простирается вверх, наклоняясь к югу в северном полушарии Земли. По мере того как Солнце всё глубже уходит под горизонт, заходит и яркий язык зодиакального света.

Перед восходом Солнца на востоке появляется утренний язык зодиакального света. Только с началом утренней зари исчезает это явление.

На большей части территории СССР вечерний «язык» зодиакального света можно видеть весной, а утренний — осенью. Только в Закавказье и в Средней Азии зодиакальный свет виден круглый год.

Огромное число больших и малых потоков, скопления космических пылинок и одиночных метеорных тел обращается вокруг Солнца. Их число сильно увеличивается по мере приближения к Солнцу. Поэтому и яркость зодиакального света становится всё больше по мере приближения к Солнцу.

Советский астроном академик Фесенков считает, что общая масса метеорного скопления, вызывающая зодиакальный свет, приблизительно в 4 миллиарда раз меньше массы Земли.

Солнечное излучение оказывает влияние на метеорные частицы. Наиболее мелкие из них давлением солнечного света «выметаются» из планетной системы. Другие, более крупные частицы, постепенно, в течение многих миллионов лет, приближаются к Солнцу, пока не упадут на него.

Солнечная система существует около 2 миллиардов лет. Следовательно, зодиакальный свет, то-есть облако метеорных частиц вокруг Солнца, должен был за это время обновиться уже не один раз.

Откуда же пополняется раздробленное метеорное вещество в солнечной системе?

Чтобы ответить на этот вопрос, нужно познакомиться раньше с другими малыми телами солнечной системы — кометами и малыми планетами — так называемыми астероидами, которые сродни уже известным нам метеорам и метеоритам.

5. КОМЕТЫ, ИХ СТРОЕНИЕ, РАЗВИТИЕ И РАСПАД

Время от времени среди звёзд появляется слабое туманное пятнышко. При помощи телескопа можно заметить, что оно перемещается между звёздами, приближаясь к Солнцу из отдалённых областей солнечной системы. Яркость этого пятнышка сперва ничтожна. Но по мере подхода

к Солнцу, пятнышко сильно увеличивает свой блеск; у него становится заметным яркий хвост. Это — комета («комета» —

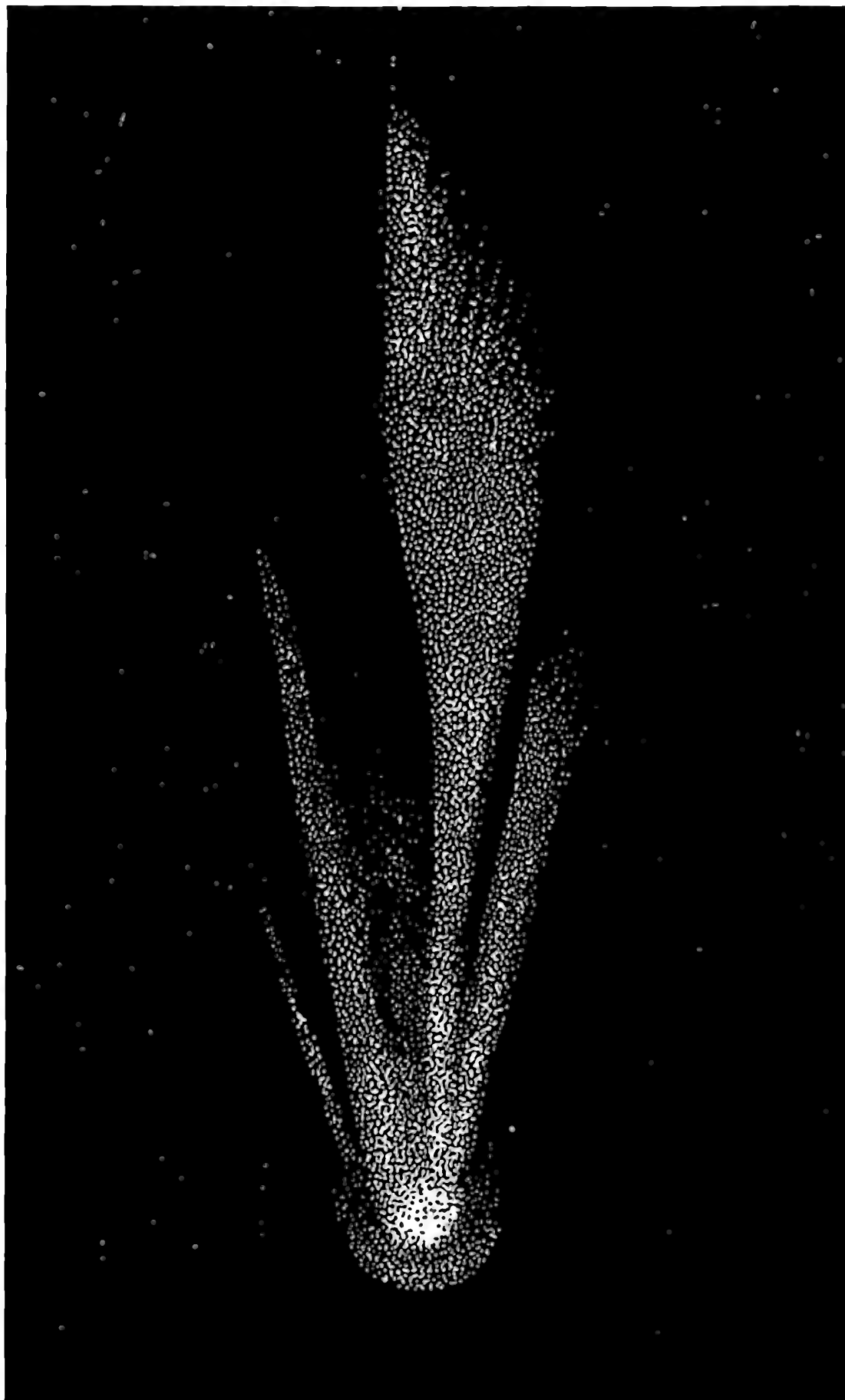


Рис. 18. Комета 1908 III. Снимок сделан в Ташкенте 14 ноября 1908 года.

греческое слово, значит «волосатая звезда») (рис. 18).

Необычайное и красивое зрелище представляют собой большие кометы. В древние и средние века думали, что

появление кометы предвещает всевозможные несчастья — войну, болезни, голод. Их появления боялись тем более, что яркие кометы наблюдаются довольно редко. Последний раз яркая комета с хвостом наблюдалась в южном полушарии в декабре 1947 года. Под новый, 1948, год её наблюдали и на крайнем юге СССР. Гораздо чаще кометы настолько слабы, что не видны невооружённым глазом. Таких комет очень много. Современные астрономические телескопы позволяют видеть их почти каждую ночь. Общее число комет в пространстве громадно.

Во внутренних областях солнечной системы, вблизи Земли и Солнца каждое столетие проходит свыше 1000 комет.

Пути (о р б и т ы) комет вокруг Солнца обычно представляют собой вытянутые эллипсы. Следуя по этим орбитам, кометы то удаляются за пределы орбиты Юпитера, то подходят совсем близко к Солнцу. Некоторые из них настолько близко подходили к Солнцу, что на несколько часов погружались в его разреженную светящуюся оболочку — солнечную корону

Из далёких холодных пространств, где температура — 270 градусов мороза, кометы попадают в области, близкие к Солнцу, где они могут нагреваться до сотни и даже тысячи градусов тепла. При этом кометы испытывают удивительные превращения. На больших расстояниях от Солнца они кажутся шарообразным скоплением прозрачного тумана размером немного больше Земли.

Звёзды просвечивают через туманное тело кометы, даже не ослабевая в яркости. Это доказывает, что комета не сплошное твёрдое тело. Однако газы или даже мелкая пыль не могли бы образовать устойчивые скопления, какими являются кометы. Ведь многие из них существуют сотни и тысячи лет. Так, появление кометы Галлея (названной так по имени английского астронома, определившего в 1705 году орбиту этой кометы) впервые было отмечено 2500 лет назад. Устойчивое скопление, не подверженное быстрому рассеянию под действием солнечных лучей, может состоять только из довольно крупных осколков размером не менее 1 сантиметра.

По мере приближения к Солнцу среди туманного пятнышка кометы появляется яркая звездообразная точка — я д р о. Вокруг ядра наблюдается оболочка, составляющая

голову кометы. Когда комета приближается к Солнцу на расстояние в 300 миллионов километров, ядро обычно выбрасывает яркие и многочисленные струи, которые развиваются в один или несколько мощных хвостов. Общая яркость кометы увеличивается в миллионы раз.

Хвосты комет имеют различный вид. Они направлены в сторону от Солнца. Это указывает на то, что их отталкивают солнечные лучи. В настоящее время учёными хорошо изучено отталкивательное действие световых лучей на очень мелкие частички. Впервые это было доказано на опыте русским учёным Лебедевым.

Наибольший блеск кометы имеют вскоре после прохождения вблизи Солнца. Длина их хвостов составляет обычно 10—20 миллионов километров, а гигантские кометы имели хвосты длиной свыше 100 миллионов километров. Большая комета 1882 года имела хвост даже в $1\frac{1}{2}$ миллиарда километров, то-есть в 10 раз больше расстояния Земли от Солнца!

По мере удаления кометы от Солнца хвост её постепенно исчезает, ядро расплывается, и комета вновь становится таким же туманным пятнышком, каким она казалась при своём появлении. Это объясняется тем, что на больших расстояниях от Солнца кометы светятся только его отражённым светом. Поэтому их яркость в это время очень невелика. Отдельные частички, отражающие солнечный свет, издали сливаются в прозрачное слабое туманное пятнышко.

Необычайные и быстрые изменения вида и яркости комет делают их поразительными явлениями в нашей солнечной системе.

Общая масса вещества в комете ничтожна. Даже самые большие кометы имеют массу в миллиарды раз меньше Земли.

Поперечники осколков, составляющих комету, вероятно, больше 1 сантиметра и меньше 1 километра. В 1927 году комета Понс-Виннеке проходила вблизи Земли и тщательно изучалась с помощью мощных телескопов астрономами. В этой комете не оказалось частиц больше 400 метров в поперечнике.

Это позволяет сделать вывод, что комета, в основном, представляет собой разреженный рой метеорных частиц, осколков и глыб размером от нескольких сантиметров до

нескольких десятков метров в поперечнике, окутанных оболочкой из пыли и газов. Физическое состояние этого роя сильно меняется во время движения кометы вокруг Солнца. Отдельные осколки и глыбы постепенно нагреваются и вещество из них начинает испаряться. Под действием лучей Солнца выделяются разные светящиеся газы. Наиболее часто появляющиеся в кометах газы — циан (соединение углерода и азота) и углеводороды. При нагревании ядра кометы солнечными лучами из него выделяются окись углерода (угарный газ), пары натрия, хрома, железа и никеля.

Кометные хвосты были подробно изучены русскими учёными — Бредихиным — в XIX веке и С. Орловым — в наше время. В зависимости от величины отталкивательных сил Солнца, действующих на частички хвоста, хвосты бывают разного вида. Чем меньше размеры частиц, тем больше действуют на них отталкивательные силы Солнца. Мощные отталкивательные силы, в несколько тысяч раз превосходящие силы притяжения Солнца, выталкивают из ядра кометы прямые длинные лучи — газовые струи. Такие лучи образуют замечательную разновидность хвостов **п е р в о г о т и п а** (рис. 19). К этому типу относятся все газовые хвосты комет.

Большинство длинных прямолинейных хвостов первого типа направлено почти прямо от Солнца. Они состоят преимущественно из азота и окиси углерода.

Вдоль таких хвостов время от времени с огромной скоростью проносятся облака газов, покидающие голову кометы. Поэтому хвосты первого типа часто имеют узлы и изломы.

Газовые хвосты первого типа встречаются у комет наиболее часто.

Хвосты **в т о р о г о т и п а** возникают у больших комет. Они также направлены в сторону от Солнца, но движение хвоста отстаёт от движения кометы, подобно дыму из трубы движущегося паровоза. Это указывает на то, что скорость частиц в хвосте второго типа не так велика, и отталкивательные силы здесь гораздо меньше. И действительно, величина отталкивательных сил в хвостах второго типа часто равна силе притяжения или превосходит её лишь в 2—3 раза. Объясняется это тем, что хвосты второго типа состоят не из газов, а из мельчайших пылинок и, частично, также из паров углерода и натрия.



Рис. 19. Типы кометных хвостов. На снимке — комета 1910 I. Видны хвосты первого и второго (I и II) типов. *a* — короткий, аномальный хвост.

Газовые хвосты, то-есть хвосты первого типа, возникают при нагревании кометы солнечными лучами. Мощные же тучи пыли в хвостах второго типа, растягивающиеся на многие миллионы километров, образуются иначе. Представим себе, что ядро кометы случайно столкнулось с метеором. Вероятность такого случая тем больше, чем ближе к Солнцу находится комета. При этом столкновение ядра кометы с метеором не смягчается надёжной бронёй атмосферы как на Земле. Столкновение осколков, имеющих скорости по несколько десятков километров в секунду, приводит к мощному взрыву, к распылению кометного вещества и возникновению туч тончайшей пыли (примером столкновения тел с огромной скоростью является уже известное нам падение сибирского метеорита)

Изредка распад кометных ядер идёт ещё более интенсивно. Тогда появляются короткие, так называемые а н о м а л ь н ы е хвосты (см. рис. 19). Эти хвосты направлены к Солнцу вследствие того, что отталкивательные силы на них не действуют. Полагают, что это — извержения довольно крупных пылинок (не менее $\frac{1}{100}$ миллиметра в поперечнике), выбрасываемых кометой.

Таким образом при прохождении кометы вблизи Солнца происходит её постепенное разрушение. Распад идёт медленно, но верно — под действием метеоритной бомбардировки, нагрева солнечными лучами и отталкивательных сил Солнца. Блестящие хвосты комет — следствие такого распада

Иногда происходят и настоящие катастрофы — распад комет и выделение у них спутников. Так, в 1846 году распалась на две части комета Биелы. В 1887 году разделилась на 4 части комета Брукса.

Потеряв свою пыль и газы, комета, в конце концов, превращается в скопление крупных метеорных тел. Такое скопление существует сотни миллионов лет, тогда как явление кометы — быстротечно. Многие кометы ослабели и перестали быть кометами в наше время.

Разрушению комет содействует также постепенное изменение их орбит. Это изменение происходит под действием планетных притяжений, которые вовлекают кометы во внутренние области солнечной системы. Наиболее сильное влияние на орбиты комет оказывает самая крупная

планета — Юпитер. Рисунок 20 изображает изменения орбиты одной из комет в период между 1875 и 1922 годами под действием Юпитера.

Юпитер оказывает мощное захватывающее действие на кометы. В результате имеется целое семейство комет Юпитера. Орбиты этого семейства расположены между Солнцем и орбитой Юпитера. Эти кометы движутся в том же направлении, что и Юпитер, так как «захвачены в плен» его притяжением. Юпитер при сближении с кометами как бы сортирует их. Кометы, которые движутся вокруг Солнца в одну

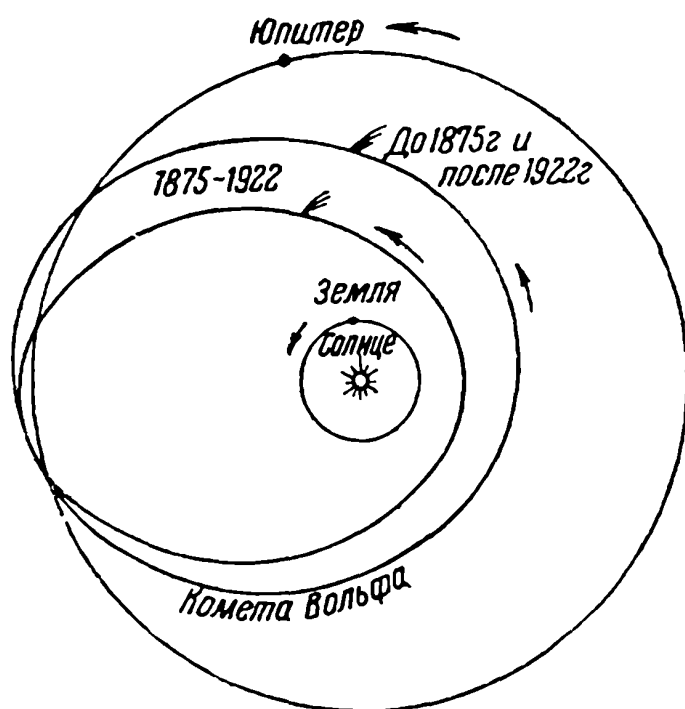


Рис. 20. Изменения орбиты кометы Вольфа под действием Юпитера. До 1875 года и после 1922 года комета двигалась по большему эллипсу; с 1875 года по 1922 год под влиянием притяжения Юпитера орбита кометы сильно уменьшилась.

сторону с Юпитером, захватываются им, причем периоды обращений их укорачиваются. Встречные кометы, наоборот, получают при сближении с Юпитером дополнительное ускорение и отбрасываются с такой силой, что могут уйти из пределов солнечной системы.

Кометное вещество, образующееся в результате распада комет, частично поступает в солнечную систему, частично же выбрасывается за её пределы. В межзвёздное пространство выметаются преимущественно мельчайшая пыль и газы. Более крупные частицы остаются в солнечной системе, стремясь, в конце концов упасть на Солнце.

Связь комет и метеоров была впервые установлена 80 лет назад итальянским астрономом Скиапарелли, который

доказал, что метеорный поток Персеид и комета 1862 III (то-есть открытая астрономами третьей по счёту в 1862 году) движутся по одной и той же орбите. Несомненно, что в данном случае метеорный поток выделился из кометы, а не наоборот. Ведь массы комет существенно больше, чем массы потоков; кроме того, процесс распада комет не раз наблюдался.

В настоящее время связь с кометами установлена для 8 метеорных потоков.

Поток Леонид имеет орбиту, близкую к орбите кометы 1866 I.

Комета Джакобини-Циннера была родоначальницей метеорного потока Драконид, который дал звёздный дождь в октябре 1933 и 1946 годов. Комета Туттля дала метеорный поток в декабре 1945 года. Апрельские Лириды движутся по орбите кометы 1861 I. Ориониды и Майские Аквариды ведут своё происхождение от кометы Галлея.

Итак, крупные метеориты, метеоры, кометы с их пылевыми и газовыми выделениями, метеорное облако зодиакального света вокруг Солнца — всё это формы существования раздроблённого вещества в солнечной системе.

Но это не всё. К малым телам Вселенной относятся ещё крошечные планетные осколки — а с т е р о и д ы.

6. ПЛАНЕТНЫЕ ОСКОЛКИ — АСТЕРОИДЫ

Слово «астероид» означает «звездоподобный». Так в начале XIX столетия были названы открытые, неизвестные до того времени, планеты чрезвычайно малых размеров. В телескоп они казались не кружочками, как большие планеты, а звёздочками. Тем не менее это были настоящие планеты,двигающиеся вокруг Солнца между орбитами Марса и Юпитера.

Первый астероид — малая планета — был открыт в ночь на 1 января 1801 года итальянским астрономом Пиацци. Составляя карту неба, он измерял положение звёзд. Одна из них оказалась быстро перемещающейся с места на место. Это и была малая, дотоле неведомая, планета — астероид.

За 1801—1845 годы было открыто 5 астероидов, названных Церерой, Палладой, Вестой, Юноной и Астреей. Затем астероиды открывались десятками ежегодно. Особенно много их было открыто за последние полвека — после

того как для поисков астероидов стали применять фотографию.

До 1940 года были определены орбиты почти 1500 астероидов. Понятно, что для такого большого числа малых планет

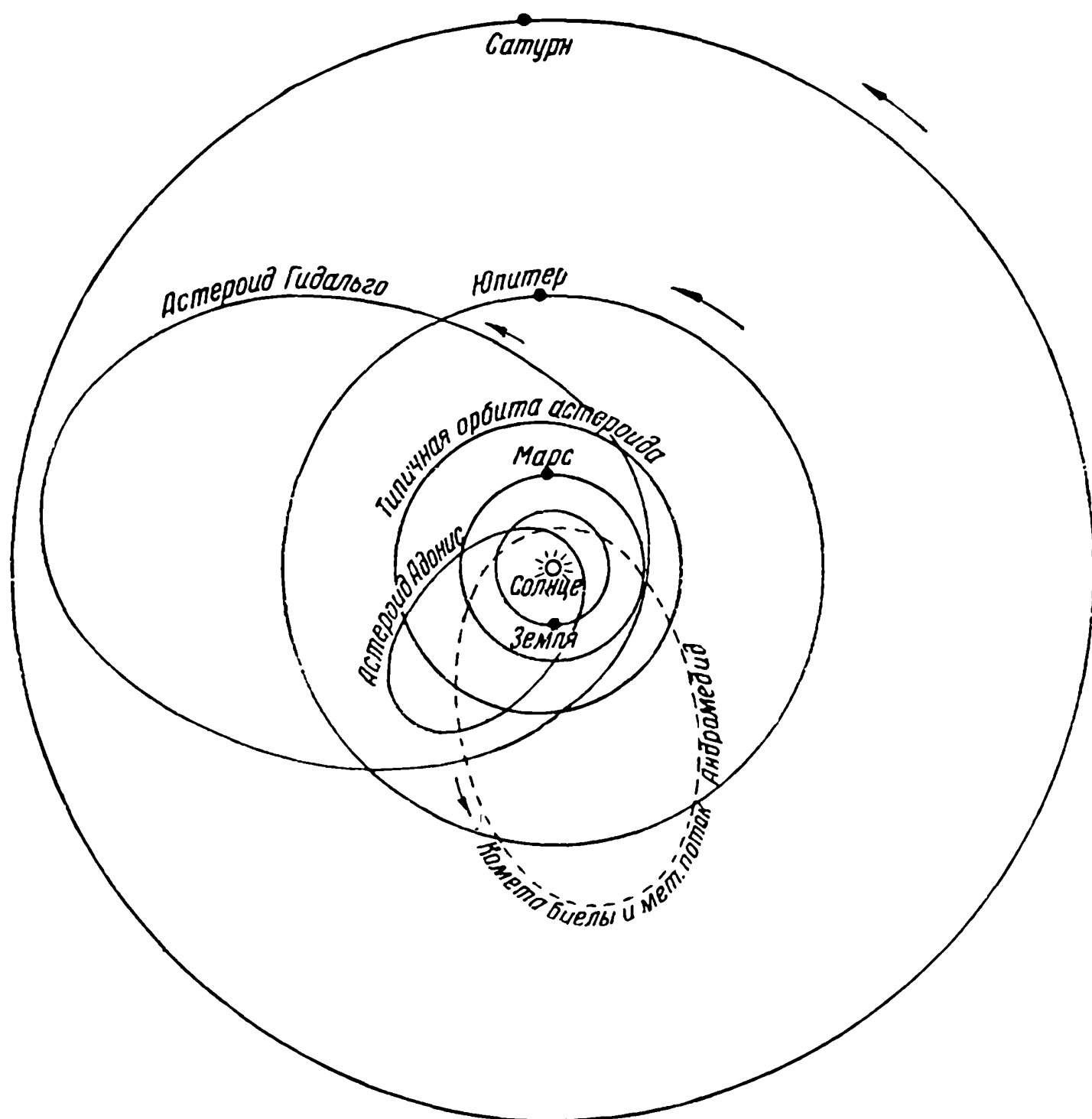


Рис. 21. Орбиты астероидов. Большинство астероидов движется в зоне между Марсом и Юпитером. Формы орбит разнообразны; многие из них напоминают орбиты комет и метеорных потоков.

не стало хватать имён, и многие из них названий не получили. Ныне они обозначаются просто номерами. Только некоторые замечательные астероиды названы именами.

Орбиты астероидов образуют собой пояс малых планет, расположенный преимущественно между орбитами Марса и Юпитера. Большинство астероидных орбит — слегка вытянутые эллипсы, часто близкие к кругам (рис. 21).

Однако некоторые астероиды имеют очень вытянутые орбиты и по ним далеко уходят из зоны Марс — Юпитер. Так, астероид Адонис, открытый в 1936 году, может заходить даже внутрь орбиты Венеры. Астероид Гидальго, открытый в 1920 году, наоборот, может удаляться от Солнца почти на расстояние Сатурна.

Такие астероиды, как Адонис и Гидальго, а также многие другие движутся по орбитам, которые ничем не отличаются от орбит некоторых комет и метеорных тел.

Не все астероиды нам известны. Астрономы открывают только наиболее крупные. Из мелких астероидов они замечают только те, которые ближе других подходят к Земле. По современным подсчётам число всех астероидов превосходит сто тысяч. Постоянно же возможно наблюдать только полторы тысячи.

Размеры астероидов ничтожны. Только четыре наиболее крупных астероида имеют поперечник, заметный при наблюдении в очень сильные телескопы. Наибольший размер имеет Церера — 770 километров. О размерах остальных астероидов можно судить только по их яркости.

Астероиды светят отражённым светом Солнца, подобно Луне. Учитывая это, а также расстояние до различных астероидов, можно найти, что большинство малых планет имеет размеры от десяти до восьмидесяти километров в поперечнике. Среди них несомненно есть и глыбы размером лишь в несколько сотен или даже десятков метров.

Сила притяжения на астероиде ничтожна. Если бы мы могли попасть на малую планету, то один неосторожный прыжок навсегда унёс бы нас с неё в мировое пространство.

Общая масса всех астероидов, включая и те, которые пока ещё не открыты, не превосходит $\frac{1}{1000}$ доли массы Земли. Главная часть этой массы приходится, однако, на несколько крупных астероидов.

Изучая яркость наиболее крупных астероидов, астрономы нашли, что у некоторых из них она испытывает быстрые и неправильные колебания. Это указывает на то, что они вращаются и имеют неправильную форму. По меткому выражению некоторых астрономов, астероиды — это «летающие горы».

Даже такой сравнительно большой астероид, как Веста (диаметр 386 километров) обнаруживает небольшие коле-

бания яркости и представляет собой также глыбу неправильной формы.

Астероиды являются настоящими планетными осколками. Они должны были возникнуть вследствие разрушения сравнительно небольшого небесного тела. Об этом убедительно свидетельствует их форма

Вторым доказательством того, что астероиды могут быть обломками более крупных тел, является характер их орбит. Действительно, многие астероиды образуют группы, орбиты которых пересекаются в одном месте. Это может быть только в том случае, если в этом месте произошёл распад лишь одного первоначального более крупного тела на мелкие осколки.

Причины распада больших небесных тел установить пока не удалось; однако предполагается, что он происходит вследствие внезапного столкновения тел в солнечной системе. Такие столкновения возможны и впредь. Десятки тысяч астероидов и многие миллионы миллионов метеорных тел обращаются вокруг Солнца по орбитам, которые медленно изменяются. Это приводит к пересечению пути отдельных тел, к их столкновению и разрушению. Так, гигантский метеорит (или крошечный астероид, что, в сущности, одно и то же) столкнулся 30 июня 1908 года с Землёй в сибирской тайге. Такое же столкновение астероидов с метеоритом или другим астероидом обязательно должно привести к их раздроблению и разрушению.

Многочисленные следы подобных катастрофических столкновений можно видеть на поверхности Луны, которая не защищена атмосферой от метеоритной бомбардировки

В телескоп на поверхности Луны видны десятки тысяч кольцевых гор или лунных кратеров. Они имеют плоскую форму в виде тарелки с кольцевым валом по наружному краю и центральной горкой посередине. Во многих случаях лунные кратеры походят на форму Аризонского кратера на Земле. Вокруг некоторых кратеров Луны простираются светлые лучи, прямолинейно расходящиеся во все стороны (рис. 22). Удалось установить, что это насыпи порошкообразного вещества.

Форма многих лунных кратеров заставляет думать, что они произошли при столкновении метеоритов или астероидов с Луной. Поверхность Луны, не защищённая воздуш-

ной оболочкой, испытывает с особой силой эту бомбардировку. Малая сила тяжести на лунной поверхности способствует разбрасыванию продуктов взрыва на огромное расстояние и образованию гигантских воронок. Времени для образования таких кратеров было достаточно — около двух миллиардов лет. Так как на Луне нет ни ветров, ни

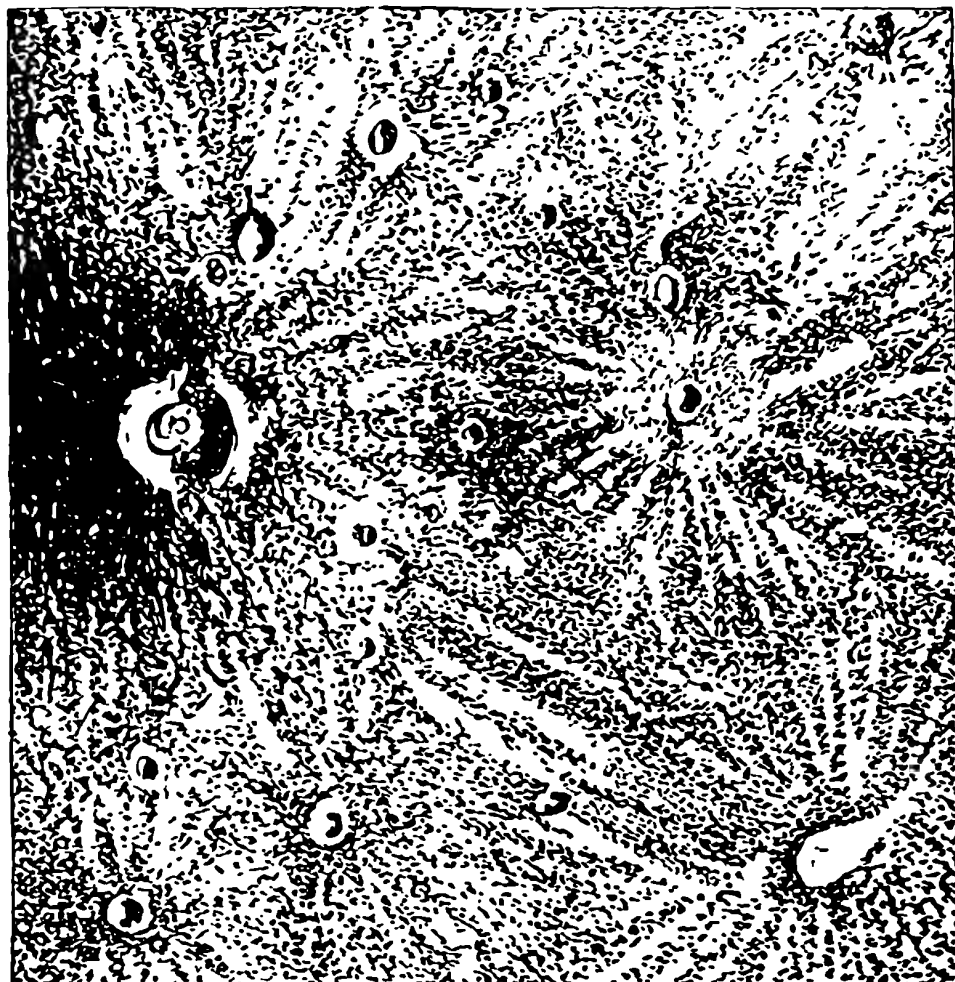


Рис. 22. Лунные кратеры. На снимке видна часть лунной поверхности со множеством кратеров различной величины.

дождей, ни живых существ, то следы каждого такого столкновения сохранились до наших дней.

Осколочный характер астероидов, их различная величина, доходящая до размеров крупных метеоритов, сходство орбит некоторых комет и многих астероидов — всё это показывает, что между астероидами, кометами и метеорными телами существует тесная связь. Это говорит об их общем происхождении.

В процессе своего развития все эти малые небесные тела разрушаются, распыляются и наполняют продуктами своего разрушения — космической пылью — как нашу солнечную систему, так и межзвёздное пространство.

7. ПЫЛЬ ВО ВСЕЛЕННОЙ

Итак, мы узнали, что вокруг Солнца движется сложная система больших и малых небесных тел. 9 больших планет со своими 28 спутниками, тысячи комет и потоков метеор-



Рис. 23. Тёмная туманность в созвездии Ориона.

ных тел, десятки тысяч астероидов и миллиарды одиночных метеорных частиц составляют единую солнечную систему небесных тел. Внутри этой системы непрерывно происходят столкновения, идёт распыление вещества. Часть метеор-

ного материала падает на Солнце, часть пылинок выбрасывается навсегда за пределы солнечной системы. Однако количество метеорной пыли непрерывно пополняется вследствие непрекращающегося разрушения более крупных частиц.

Вне пределов солнечной системы мы видим космическую пыль в межзвёздном пространстве. Недавно советский учёный Амбарцумян доказал, что космическая пыль, подобно туману и облакам, заполняет всю обширную область Млечного Пути, в пределах которого находится Солнце. Отдельные облака космической пыли, заслоняющие свет далёких звёзд, можно видеть на светлом фоне Млечного Пути в виде тёмных туманностей (рис. 23).

Но не только в ближайших окрестностях Солнца имеется космическая пыль. На огромном расстоянии сотен тысяч и миллионов световых лет от Солнца находятся галактики — колоссальные звёздные системы — «островные вселенные». Большинство из этих систем так далеко от нас, что отдельные звёзды в них неразличимы. В этих далёких звёздных системах мы также находим тёмные облака. Полосы и облака непрозрачной космической пыли видны в них на светлом фоне.

Можно было бы рассказать об этом много интересного. Но мы ограничимся здесь только таким выводом: широко распространены космическая пыль и метеорное вещество не только в солнечной системе, но и далеко за её пределами. Повсюду в глубинах неба находятся не только светящиеся туманности, звёзды и мощные звёздные скопления, но и большие количества крайне разреженного пылевого тёмного вещества, которое составляет важное звено в строении Вселенной.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Много столетий тому назад наши предки считали небо хрустальной сферой, на которой горят вечные и неизменные огни небесных светил. Полёт метеоров, появление комет на небе, выпадение метеоритов люди рассматривали как непонятное нарушение раз навсегда установленного небесного порядка и зловещее предзнаменование несчастных событий.

Прошли века. Наука и знание помогли человеку проникнуть далеко в глубины Вселенной. Но долгое время ещё казалось, что безграничные небесные просторы населены,

главным образом, гигантскими звёздами — солнцами, из которых многие, как ныне уже доказано, сопровождаются крупными планетами. Лишь за последние 150 лет была ближе изучена природа малых тел Вселенной — метеоров, комет, астероидов, космической пыли. Было выяснено их широкое распространение, и оказалось, что малые тела, наряду с большими, составляют существенную часть мироздания.

Космическое вещество в раздроблённом и распылённом состояниях играет важную роль в развитии Вселенной. Попадая на Землю в виде метеоритов, раздроблённое вещество даёт возможность непосредственно изучать строение и состав тел внеземного происхождения. А это позволяет углублять наши знания о том, из чего состоит Вселенная, о тех непрерывных и закономерных изменениях, которые в ней происходят.



ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
1. Большие и малые тела Вселенной	4
2. Встреча Земли с метеорными телами	9
3. Метеориты — вестники небесных глубин	14
4. Потоки и скопления метеорных тел в солнечной системе . .	22
5. Кометы, их строение, развитие и распад	32
6. Планетные осколки — астероиды	40
7. Пыль во Вселенной	45
Заключение	46



Цена 80 коп.

НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ БИБЛИОТЕКА

ГОСТЕХИЗДАТА

ВЫШЛИ В СВЕТ:

1. Проф. М. Ф. СУББОТИН. Происхождение и возраст Земли.
2. Проф. И. Ф. ПОЛАК. Как устроена Вселенная.
3. Проф. В. Г. БОГОРОВ. Подводный мир.
4. Проф. Б. А. ВОРОНЦОВ-ВЕЛЬЯМИНОВ. Происхождение небесных тел.
5. Проф. А. А. МИХАЙЛОВ. Солнечные и лунные затмения.
6. Проф. В. В. ЛУНКЕВИЧ. Земля в мировом пространстве.
7. Г. П. ГОРШКОВ. Землетрясения.
8. А. А. МАЛИНОВСКИЙ. Строение и жизнь человеческого тела.
9. Проф. И. С. СТЕКОЛЬНИКОВ. Молния и гром.
10. Е. П. ЗАВАРИЦКАЯ. Вулканы.
11. Проф. Б. Л. ДЗЕРДЗЕЕВСКИЙ. Воздушный океан.
12. Проф. А. И. ЛЕБЕДИНСКИЙ. В мире звёзд.
13. Акад. В. А. ОБРУЧЕВ. Происхождение гор и материков.
14. Проф. К. Ф. ОГОРОДНИКОВ. На чём Земля держится.
15. Проф. В. Л. ГИНЗБУРГ. Атомное ядро и его энергия.
16. Проф. Р. В. КУНИЦКИЙ. День и ночь. Времена года.
17. С. М. ИЛЬЯШЕНКО. Быстрее звука.
18. Проф. И. Ф. ПОЛАК. Время и календарь.
19. Проф. В. А. ДОРФМАН. Мир живой и неживой.
20. Проф. Н. Н. МАЛОВ. Радио на службе у человека.
21. Г. Н. БЕРМАН. Счёт и число.
22. Проф. В. В. ЕФИМОВ. Сон и сновидения.
23. С. В. АЛЬТШУЛЕР. Меченые атомы.
24. Проф. Г. С. ГОРЕЛИК и М. Л. ЛЕВИН. Радиолокация.
25. В. Д. ОХОТНИКОВ. В мире застывших звуков.
26. Ю. М. КУШНИР. Окно в невидимое.
27. Проф. В. Г. БОГОРОВ. Моря и океаны.